



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

METALLIJÄTEKUORMIEN LAJITTELUTUTKIMUS KUJALAN JÄTEKESKUKSESSA

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan laitos
Ympäristötekniikka
Ympäristöteknologia
Opinnäytetyö
31.5.2012
Hanna Kuitunen

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniologia

KUITUNEN, HANNA:

Metallijätekuormien lajittelututkimus
Kujalan Jätekeskuksessa

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 47 sivua, 5 liitesivua

Kevät 2011

TIIVISTELMÄ

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:ssä on kerätty metallijätteitä toimintansa alusta asti eli vuodesta 1993 alkaen. Metallijätteitä otetaan vastaan ekopisteillä sekä jäteasemilla maksutta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n metallijätekuormien koostumus. Koostumus selvitettiin, koska haluttiin tietää kuinka paljon arvometalleja kuormissa oli sekä selvittää, kannattaisiko eri metallijakeita kerätä erikseen.

Kuormista eroteltiin käsin rauta ja teräs, alumiini, kupari, messinki, ruostumatonta teräs, sähköjohdot, sähkölaitteet sekä muut jätteet. Kuormia käytiin lävitse yhteensä 30 kappaletta, joista 24 kappaletta oli jäteasemien kuormia ja 6 kappaletta oli ekopisteiden kuormia.

Tutkimuksen tulosten perusteella selvisi, että kuormat sisältävät vähän arvometalleja (alumiinia, messinkiä, ruostumatonta terästä, kuparia ja sähköjohtoja). Arvometallien erilliskeräys on kuitenkin kannattavaa, koska erilliskeräyksestä saa enemmän tuottoa kuin siitä että kaikki metallit menisivät samaan astiaan. Tulosten perusteella havaittiin myös, että kuormat sisältävät jonkun verran sinne kuulumattomia sähkölaitteita ja muita jätteitä.

Tutkimuksessa vertailtiin kolmea eri metallien lajittelumenetelmää; käsinlajittelua, koneellista lajittelua ja astiakohtaista lajittelua. Astiakohtainen lajittelu jäteasemilla tulisi halvimmaksiksi ja olisi siten kannattavinta.

Avainsanat: jätteet, metallijäte, koostumus, kustannusarvio

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

KUITUNEN, HANNA: Sorting metal waste in the Kujala waste center.

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, 47 pages, 5 appendices

Spring 2012

ABSTRACT

Päijät-Häme waste management Oy has collected metal wastes since 1993 when the company was started. Metal is collected in ekopoints and waste centers without charge.

The aim of this study was to find out the composition of metal in Päijät-Häme waste management Oy, because the company wanted to know how much precious metals (like aluminium, copper, brass and stainless steel) remains among the waste. PHJ also wanted to find out what the profitability of collecting precious metals would be.

Iron and steel, aluminium, copper, brass, stainless steel, electric cables, electric machines and other wastes like landfill wastes were separated from the loads of metal. Altogether 30 loads, 24 loads from waste centers and 6 loads from ekopoints were investigated.

As a result of this study, it seems that the loads contain only a little precious metals. However, it is profitable to collect precious metals, because PHJ gets more money for collecting them than if they were all put in the same containers. It was also found out that metal wastes contain a little bit other wastes and electronic machines.

This study compared three different metal sorting methods: hand sorting, sorting in the container and sorting with a machine.

Key words: wastes, metal wastes, composition, quotation

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	TAUSTA	2
2.1	Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy	2
2.2	Metallijätteiden lajittelun nykytilanne PHJ:n toimialueella	6
3	METALLIEN KIERRÄTYS JA LAJITTELU	8
3.1	Metallijätteiden kierrätys Suomessa	8
3.2	Metallien koneellinen lajittelu	9
3.3	Lajiteltavat metallijakeet	10
3.3.1	Magneettiset metallit	10
3.3.2	Ei magneettiset- metallit	12
3.3.3	Muut jätejakeet	16
4	TUTKIMUSKOhteet JA –MENETELMÄT	17
4.1	Tutkimuksen tavoitteet	17
4.2	Tutkimuksen rajaukset	17
4.3	Lajiteltavat jakeet	18
4.4	Lähtökohdat punnitukseen	18
4.5	Työvälineet ja apuvoimat Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.	
5	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA	22
5.1	Jäteasema Pillerin kuormat	22
5.2	Muiden jäteasemien kuormat	25
5.3	Ekopisteet (pintakeräysastia)	27
5.4	Ekopistelavat	29
5.5	Kuormien prosentuaalisten osuuksien tarkastelua	30
6	LAJITTELUN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS	33
6.1	Lajittelun tuotto	33
6.2	Mahdolliset uudet lajittelumenetelmät ja niiden kustannusarviot	35
6.2.1	Astiakohtainen lajittelu	35
6.2.2	Käsinlajittelu	37
6.2.3	Koneellinen lajittelu	38
6.3	Lajittelumenetelmien tarkastelua	39
6.4	Lajittelumenetelmien ongelmia	41

7	VIRHELÄHTEET	43
7.1	Punnitusvaaka	43
7.2	Kuormien kokonaismassat ja lajitteluvirheet	43
7.3	Otoskoko	45
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	46
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	53

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:lle pienten metallijätevirtojen koostumus lajittelemalla metallijätekuormia. Samalla selvitetään, olisiko PHJ:n kannattavaa kerätä eri metallijakeet erikseen.

Metallijätekuormien koostumuksen selvitys on toteutettu Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:lle valitsemalla ja tutkimalla kuormia eri jäteasemilta (Asikkala, Hollola, Heinola, Lahti, Orimattila ja Padasjoki) ja ekopisteiltä. Kuormat lajiteltiin käsin seitsemään eri jätelajikkeeseen: alumiini, kupari, messinki, teräs/rauta, ruostumaton teräs, sähkölaitteet ja muut jätteet (esimerkiksi sekajäte ja puujäte). Tulokseksi saadaan kuormakohtaiset painot edellä mainituille seitsemälle kategorialle. Selvityksen avulla saadaan hyvä kuva jäteasema Pillerin (Lahti) metallijätekuormien koostumuksesta, karkea kuva muiden jäteasemien metallijätekuormien koostumuksesta sekä hyvä kuva ekopisteiden pintakeräysastioiden sekä lavakuormien koostumuksesta.

Tutkimuksen metallijätetietoja voidaan hyödyntää myöhemmin erilaisissa pieniä metallijätevirtoja koskevissa tutkimuksissa ja arvioinneissa. Tietoja voivat hyödyntää esimerkiksi muut jätehuoltoyritykset Suomessa, jos he haluavat saada jonkinlaista kuvaa pienten metallijätevirtojen koostumuksesta ja lajittelun kannattavuudesta.

2 TAUSTA

2.1 Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy, eli PHJ, perustettiin vuonna 1993. Se on 11 eri kunnan (Asikkala, Heinola, Hollola, Hämeenkoski, Kärkölä, Lahti, Myrskylä, Nastola, Orimattila, Padasjoki, Pukkila ja Sysmä) omistama osakeyhtiö (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2011a.) PHJ on vastuussa osakaskuntiensa jätteiden käsittelystä, hyödyntämisestä, vaarallisten jätteiden käsittelystä ja jätehuollon kehittämisestä sekä jäteneuvonnasta (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011b).

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy on Lahden kaupungin tytäryhtiö. Lahden kaupunki omistaa PHJ:n osake-enemmistön, 51,5 %. PHJ:n toimialueella asuu noin 202 000 asukasta. Yhtiön toimitusjohtajana toimii Tuula Honkanen, ja yhtiö työllistää 29 henkilöä. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n liikevaihto oli vuonna 2010 noin 11 miljoonaa euroa (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011b.)

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy sijaitsee Lahden Kujalassa noin kahdeksan kilometrin päässä Lahden keskustasta. Kujalassa on yhtiön ainoa keskitetty jätteenkäsittelypaikka, Kujalan jätekeskus. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2010.) PHJ:n toimialueella on myös 6 muuta jäteasemaa, joissa vastaanotetaan kodin pieniä jäte-eriä. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy järjestää myös jätöpäivystyksen kerran viikossa niihin kuntiin, joissa ei ole omaa jäteasemaa. PHJ:llä on myös yli 80 ekopistettä sekä kuusi vaarallisten jätteiden keräyskonttia (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011b.)

PHJ:n toimialueella on käytössä syntypaikkalajitteluun perustuva jätehuoltojärjestelmä. Aasukkaat on velvoitettu lajittelemaan jätteensä jätelakia täydentävien kunnallisten jätehuoltomääräysten mukaan. Vuonna 2010 yhtiön vastaanotetun jätteen hyödyntämisaste oli 90 prosenttia (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011b.)

PHJ:n toiminta perustuu ISO 14001:2004 standardin mukaiseen ympäristöjärjestelmään, ISO 9001:2000 laatujärjestelmään sekä OHSAS 18001:2007 työterveys ja työturvallisuus järjestelmään (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2010.)

Lajitteluterminaali LATE

Lajitteluterminaaliin vastaanotetaan sekajäte- ja rakennusjätekuormia. LATE:ssa kuormista erotetaan telakaivinkoneen lajittelukouran avulla sekajätteet, hyötykäyttöön kelpaamattomat sekajätteet, rakennusjätteet, puujätteet, metallijätteet, energiajätteet ja vaaralliset jätteet. Erottelun jälkeen sekajätteet kuljetetaan energiahyötykäyttöön Kotkan Energian hyötyjätevoimalaan. Hyötykäyttöön kelpaamaton sekajäte loppusijoitetaan kaatopaikalle (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2008.) Hyötykäyttöön päätyi 35 600 tonnia sekajätettä vuonna 2010. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011b.) Metallijätteitä saatiin erilliskerättyä vuonna 2011 Latelta noin 51 tonnia, joista sähköjohtoja oli noin 4 tonnia. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012.)

Hyötyjätekenttä

Hyötyjätekentällä välivarastoidaan metallia, keräyslasia, betonia, tiiltä, risuja ja puuta. Betoni-, tiili-, puu- ja risujätteet murskataan ja ne toimitetaan joko maanrakennusaineeksi (betoni ja tiili) tai energiahyötykäyttöön (puu ja risut). Metallijäte toimitetaan eteenpäin materiaalihyötykäyttöön. Vuonna 2010 hyötyjätekentällä välivarastoitiin 44 700 tonnia jätteitä. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011b.)

Jäteasema Pilleri

Kotitaloudet ja yritykset voivat tuoda jäteasema Pillerille jätteitä henkilö- ja pakettiautoilla ja peräkärryillä. Asiakas lajittelee jätteensä ilmoittautumisen jälkeen itse lavoille. Pillerille voi tuoda hyötyjätettä (puu, metalli, keräyslasi paperi, pähvi) energiajätettä, vaarallisia jätteitä, sähkölaitteita, maa- ja kiviaineksia, sekajätettä sekä palamatonta sekajätettä. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011d.) Vuonna 2011 Jäteasema Pilleriltä kerättiin metallia noin 603 tonnia, joista sähköjohtoja oli

noin 3 tonnia. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012.) Jäteasema Pillerin asiakas-kunta koostuu yrityksistä, esimerkiksi rakennus- ja sähköyrityksistä sekä yksityisistä asukkaista.

Ekopisteet

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n toimialueella on yli 80 ekopistettä, joihin asukkaat voivat tuoda hyötyjätteitä. Ekopisteillä on yleensä pintakeräysastiat keräyspaperille, -pahville, -kartongille, -lasille, pienmetallille sekä paristoille. Ekopisteille ei saa jättää sähkölaitteita, vaarallisia jätteitä eikä muitakaan jätteitä, joita ei ole mainittu edellisessä listassa. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011e.) Ekopisteet on suunnattu yksityisille asukkaille, ja niitä on sijoitettu asutuskeskittyymiin sekä markettien pihalle. Kuvassa 1 näkyy pintakeräysastia.



KUVA 1. Pintakeräysastia (Wikipedia 2010.)

Orimattilan Artjärven, Pukkilan, Myrskylän ja Hämeenkosken ekopisteillä on oma siirtolava metallijätteille. Alla olevassa kuvassa 2 näkyy Pukkilan ekopiste. Kuvassa vasemmalla näkyy metallijätelava.



KUVA 2. Pukkilan ekopiste

Muut jäteasemat

PHJ:n toimialueella toimii jäteasema Pillerin lisäksi kuusi jäteasemaa. Jäteasemat sijaitsevat Asikkalassa, Heinolassa, Hollolassa, Orimattilassa, Padasjoella ja Sysmässä. Jätteiden lajittelu tapahtuu samalla lailla kuin jäteasema Pillerillä. Muilta jäteasemilta jätteet kuljetetaan pääasiassa Kujalan jätekeskukseen jatkokäsiteltäväksi. Muilta jäteasemilta kerättiin metallijätettä noin 339 tonnia vuonna 2011. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012). Muiden jäteasemien asiakaskunta koostuu pääosin yksityisistä asukkaista.

Kuonien käsittely

Kuonien käsittelykentälle vastaanotetaan Kotkan energian hyötyvoimalan pohjakuonia. Pohjakuonia ikäännytetään, seulotaan, ja niistä erotellaan metallit. Kuonia käsiteltiin vuonna 2010 15 500 tonnia (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011b.)

Muut toiminnot ja huomiot

Kujalan jätekeskuksessa on myös OILI-laitos, joka erottaa sadekaivojen-, rasvanerotuskaivojen- ja teollisuudenlietteiden kiintoaineksen vedestä. Murskauslaitos Murre murskaa puujätettä sekä energiajätettä. Jätekeskuksessa käsitellään myös pilaantuneita maita. Alueella toimivat myös Kujalan Komposti Oy sekä Kekkila (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011f.)

2.2 Metallijätteiden lajittelun nykytilanne PHJ:n toimialueella

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n toimialueella on kerätty metallijätteitä järjestelmällisesti vuodesta 1993 alkaen. (Helenius 2011 ; Rahkonen 2011.) Metalleja otetaan vastaan seitsemällä jäteasemalla, joissa on metallijätelava isoimmille metallikappaleille sekä jäteasema Pillerillä on myös pintakeräysastia kodin pienille metalleille (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012a.) PHJ:llä on myös noin 80 ekopistettä, joissa on keräysastioita kodin pienmetalleille. Maaseutukunnilla, joilla ei ole omaa jäteasemaa, on ekopisteillä metallijätelava (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2011e.)

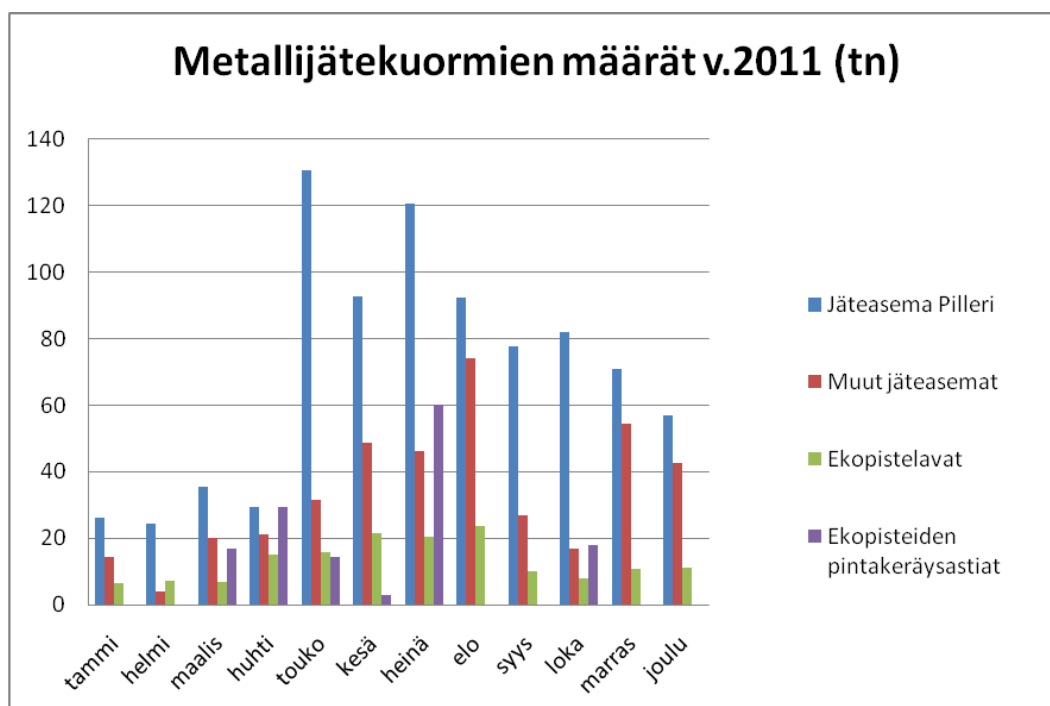
Metallijätteiden lajittelu voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: pienmetallijätteisiin ja isoihin metallijätteisiin. Pienmetallijätteitä otetaan vastaan ekopisteillä sekä jäteasemilla. Isoja metallijätteitä vastaanotetaan joillakin ekopisteillä, jäteasemilla sekä Kujalan jätekeskuksessa. Molempia metallijätelajeja otetaan vastaan maksutta. Metallin lajitteluohjeet löytyvät liitteestä 3. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2010, 8)

Jäteasema Pillerillä on oma keräysastia sähköjohdoille. Muilla jäteasemilla sähköjohdot laitetaan metallijätelavalle. Ekopisteillä ei ole erillistä sähkölaitteiden vastaanottoa, vaan ne tulee toimittaa jäteasemille.

Metallijätteiden tyhjennyksistä vastaa ekopisteillä PHJ:n valitsema urakoitsija ja jäteasemilla metallisopimuskumppanin valitsema urakoitsija. Jäteasemien metalli-

jätteet viedään suoraan jatkokäsittelyyn. Ekopisteiden metallit tuodaan Kujalan Jätekeskukseen välivarastointiin, minkä jälkeen ne kuljetetaan jatkokäsittelyyn.

Kuviossa 1 näkyy PHJ:n metallijätekuormien kilomäärät vuodelta 2011. Kuviosta voi selvästi havaita talven ja kesän väliset erot. Kuvion 1 mukaan tammikuusta huhtikuuhun jäteasema Pillerillä, ekopistelavoilla sekä muilla jäteasemilla metallien kertymä on huomattavasti pienempi kuin touko-elokuussa. Jäteasema Pilleriltä kerättiin tammikuussa noin 25 tonnia metallia kun taas toukokuussa vastaava luku oli noin 130 tonnia. Ekopistelavoilla on myös kesällä enemmän metallia, esimerkiksi kuvion 1 mukaan elokuussa metallijätteitä kertyi reilut 22 tonnia. Muilla jäteasemilla eniten metallia kertyi kuvion 1 mukaan elokuussa noin 75 tonnia. Ekopisteiden pintakeräysastiakuormat välivarastoidaan ennen jatkokäsittelyyn vientiä Kujalan jätekeskukseen. Tämän takia esimerkiksi kuviossa 1 tammi- ja syyskuussa ekopisteiden pintakeräysastiakuormia ei ole ollenkaan, koska ne viedään jatkokäsiteltäväksi vasta silloin, kun niitä on kertynyt tarpeeksi. Kuvion 1 mukaan ekopisteiden pintakeräysastioiden metallijätteitä kertyi eniten heinäkuussa, noin 60 tonnia.



KUVIO 1. Metallijätekuormien määrät jäteasema Pilleriltä, ekopistelavoilta, ekopisteiden pintakeräysastioilta sekä muilta jäteasemilta.

3 METALLIEN KIERRÄTYS JA LAJITTELU

3.1 Metallijätteiden kierrätys Suomessa

Suomessa metallijätteiden kierrätys on organisoitu tehokkaasti. Noin 250 metal-linkeräysliikettä vastaanottavat metallijätettä, joka voidaan hyödyntää prosessoi-malla siitä teollisuuden raaka-aineita. Keräysliikkeiden ohella Suomessa toimii muutamia metallijätteiden tukkuliikkeitä, jotka kokoavat metallijätettä laajemmal-ta alueelta ja toimittavat sen käsiteltynä tai käsittelemättömänä eteenpäin. Suo-messa suurin metallijätteen tukkuliike on Osuuskunta Teollisuuden Romu (OTR) (Melanen, M., Palperi, M., Viitanen, M., Dahlbo, H., Uusitalo, S., Juutinen, A., Lohi, T., Koskela, S. & Seppälä J. 2000.)

Hyvän kierrätysorganisaation ansiosta Suomessa päästään korkeisiin metallijät-teen hyödyntämistasoihin. Vuonna 2010 Suomessa kerättiin noin 2 520 000 ton-nia yhdyskuntajätteitä, joista 0,09 prosenttia eli noin 14 465 tonnia oli metallijä-tettä. Noin 97,8 prosenttia metallijätteistä hyödynnettiin materiaalina, noin 0,3 prosenttia metallijätteistä päätyi energiahyötykäyttöön ja noin 1,9 prosenttia lop-pusijoitettiin kaatopaikalla (Tilastokeskus 2011). Metallien valmistuksen ja ko-nepajateollisuuden eli tuotteiden valmistuksen ns. sisäisen metallijätteen hyödyn-tämistasot ovat jopa sadan prosentin luokkaa. (Melanen ym. 2000).

Metallijätteitä uudelleenkäytetään metallien valmistuksen raaka-aineena malmi-pohjaisessa tuotannossa (lisäraaka-aine) ja metallijätepohjaisessa tuotannossa (pääraaka-aine). Metallijätteitä voidaan käyttää uudelleen sulattamalla sitä lähes loputtomasti. Osa metallijätteistä kuitenkin poistuu hyödyntämiskierrosta hävik-kinä tai johonkin muuhun hyötytarkoitukseen. Tämä tarkoittaa sitä, että metallien kysyntää ei koskaan voida kattaa yksinomaan romupohjaisella tuotannolla (Mela-nen ym. 2000.)

3.2 Metallien koneellinen lajittelu

Metallijätteitä voidaan erotella toisistaan magneeteilla, pyörövirta-erottimilla, seulomalla, puhaltamalla tai imemällä eli tuuliseulonnalla, kelluttamalla eli painovoimaerottamalla, jonka toiminta perustuu eri metallien ja materiaalien ominaispainoon, sekä optisella erottelulla ja manuaalisella käsipoiminnalla (Metso 2007.)

Pyörövirta-erottimessa on magneettinen liukuhihna, jota pyörittää suuritaajuinen napapyörä. Magneettiset metallit erotetaan ensiksi magneetin avulla, minkä jälkeen ei-magneettiset metallit leijutetaan napapyörän avulla omaan keräysputkeen ja muut jätteet kulkeutuvat omaan keräysputkeensa. Pyörövirta-erotin pystyy erottelemaan maksimissaan 350- 400 millimetrin kokoisia partikkeleita. (Gogelme separation technology 2012a.) Pyörövirta-erotin maksaa noin 70 000 euroa (Himanen 2012.) Kuvassa 2 näkyy pyörövirtaerotin.



KUVA 2. Pyörövirta-erotin (Gogelme separation technology 2012b.)

Isot metallijätteet pitää murskata ennen pyörövirtaerotusta tai painovoimaerotusta, koska esimerkiksi pyörövirtaerotin voi erotella vain 350- 400 millimetrin suuruisia partikkeleita. Leikkaavat metallimurskaimet maksavat noin 200 000 euroa (Himanen 2012.)

Suomessa esimerkiksi Kuusakoski Recycling Oy:llä on käytössään materiaalilajittelun automaatiolinjoja, joiden lajittelu perustuu optiikkaan, materiaalin ominaispainoon tai väreihin (Kuusakoski Recycling Oy 2012.)

Sähköjohtoille on olemassa kuorintakoneita, jotka kuorivat johtojen kuoret pois, jolloin jäljelle jää arvokasta kuparia tai alumiinia. Sähköjohtojen kuoriminen on kannattavaa, koska esimerkiksi taulukon 4 mukaan kuparin kilohinta oli opinnäytetyötä tehtäessä noin 5,2 €/kg ja sähköjohtojen noin 1,4 €/kg. Kuvassa 3 on paineilmalla toimiva kaapelinkuorija, joka kuorii 4-15 millimetrin paksuisia sähköjohtoja ja se maksaa noin 6300 euroa. (Yleiselektroniikka Oy 2007).



KUVA 3. Kaapelinkuorintakone. (Yleiselektroniikka Oy 2007.)

3.3 Lajiteltavat metallijakeet

3.3.1 Magneettiset metallit

Valurauta

Valuraudaksi luetaan materiaalit, joiden Fe-pitoisuus on vähintään 50 % ja C-pitoisuus vähintään 2 %. Normaalisti niiden hiilipitoisuus vaihtelee kahdesta prosentista neljään prosenttiin. Koostumukseltaan valuraudan kiderakenne on grafiittia. Yleisin rautamalmi maailmassa on tummanpunainen hematitiitti, Fe_2O_3 . Suo-

men yleisin rautamalmi on musta magnetiitti (Koivisto, K., Laitinen, E., Niinimäki, M., Tiainen, T., Tiilikka, P. & Tuomikoski J. 2001, 152.)

Valurautojen pääryhmiä on viisi, ja niiden ryhmittely perustuu grafiittisulkeumien muotoon. Pääryhmät ovat suomugrafiittiraudat eli harmaaraudat, pallografiittiraudat eli SG-raudat, tylppägrafiittiraudat, adusoidut raudat eli temperraudat ja valkoiset valuraudat, joissa ei ole grafiittia (Koivisto ym. 2001, 153.)

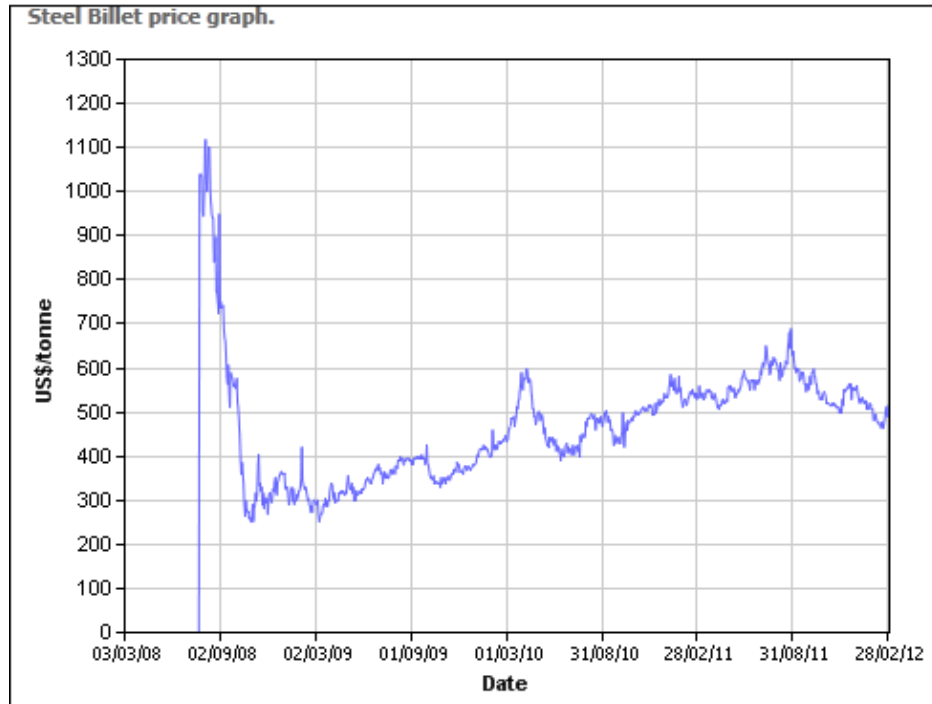
Valurautaa käytetään teollisuudessa muun muassa työstökoneiden rungoissa, vaihdekoteloissa, laakeripesissä ja autojen jarrulevyissä. Kotitalouksissa voi valurautaa löytää muun muassa keittolevyissä, paistinpannuissa- ja padoissa ja viemäriputkissa (Koivisto ym. 2001, 151.)

Teräs

Teräksen Fe-pitoisuus on vähintään 50 % ja C-pitoisuus vaihtelee 0,03 prosentista 2:en prosenttiin. Teräksen raaka-aineita ovat rautamalmit ja teräsromut. Rautamalmi on luonnon kiviainetta, joka on koostumukseltaan noin 55 prosenttia rautaa, noin 35 prosenttia happea. (Koivisto ym. 2001, 76 & 77.)

Teräs on ylivoimaisesti suosituin metalli kone- ja kulkuneuvoteollisuudessa, koska noin 90 prosenttia kone- ja kulkuneuvoteollisuuden käyttämistä metalleista on terästä. Terästä käytetään myös muun muassa talojen teräsrakenteissa, silloissa, rataakiskoissa ja putkistoissa. Terästä käytetään kaikista metalleista ehdottomasti eniten (Koivisto ym. 2001, 76.) Suomessa 40 prosenttia terästehtaiden valmistamista teräksistä valmistetaan kierrätysteräksestä (Metalli ja kone välitys MJU Oy 2012).

Kuviosta 2 nähdään teräksen hintakehitys (dollaria/tonni) 2.3.2008- 2.3.2012 väliseltä ajalta. Vuonna 2008 teräksen hinta oli huipussaan, 1100 dollaria/tonni. Alimmillaan teräksen hinta oli vuoden 2008 ja 2009 vaihteessa, noin 280 dollaria/tonni. 28.2.2012 teräksen hinta oli noin 500 dollaria tonnilta.



KUVIO 2. Teräksen hintakehitys dollaria/tonni 2.3.2008- 2.3.2012 väliseltä ajalta. (London metal exchange 2012c.)

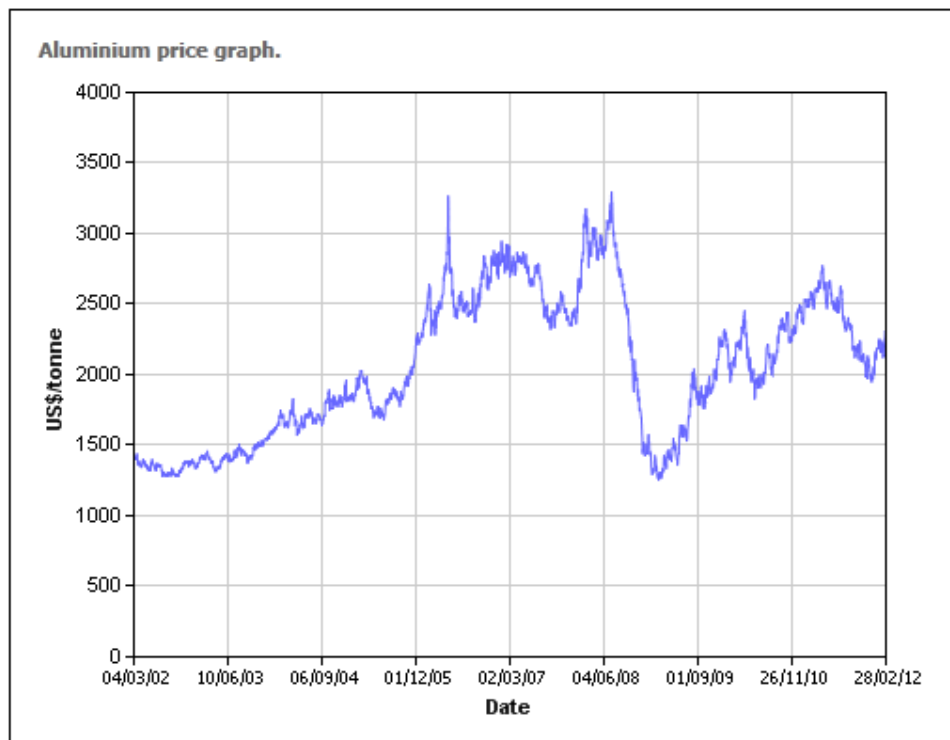
3.3.2 Ei magneettiset- metallit

Alumiini

Alumiini on maankuoren kolmanneksi yleisin alkuaine, jossa sitä on noin 8 prosenttia. Alumiinin valmistukseen käytetään yleensä bauksiittia. Bauksiitti on rapautumisen seurauksena syntynyt kivilaji, joka sisältää useita eri mineraaleja. Puhdas alumiini on kevytmetallia, koska sen tiheys on $2,7 \text{ g/cm}^3$, joka on alle kevytmetallin määrittäysrajan, 5 g/cm^3 (Koivisto ym. 2001, 163 & 164.)

Alumiinin erilaisia seoksia (esim. Alumiinia vähintään 99%, Al-Mn-seokset, Al-Si-seokset) käytetään esimerkiksi keittiö- ja laboratoriovälineissä, muotoprofiileissa, sähkönsiirtimissä, julkisivuelementeissä ja jopa lentokoneiden ja avaruuslaiterakenteissa. Suomessa ei tuoteta raaka-alumiinia, mutta Kuusakoski Oy puhdistaa alumiiniromua. Alumiiniprofiileja puristavia yrityksiä ovat esimerkiksi Nordic Aluminum Oy (Koivisto ym. 2001, 169 & 170.)

Alla olevasta kuviosta 3 nähdään alumiinin hintakehitys (dollaria/tonni) 2.3.2002-28.2.2012 väliseltä ajalta. Vuoden 2008 talouskriisi näkyy isona notkahduksena kuviosta, jolloin hinta putosi noin 3200 dollarista noin 1200 dollariin. 3.2.2012 alumiinin hinta oli noin 2200 dollaria/tonni.



KUVIO 3. Alumiinin hintakehitys dollaria/tonni 2.3.2002- 28.2.2012 väliseltä ajalta. (London metal exchange 2012a.)

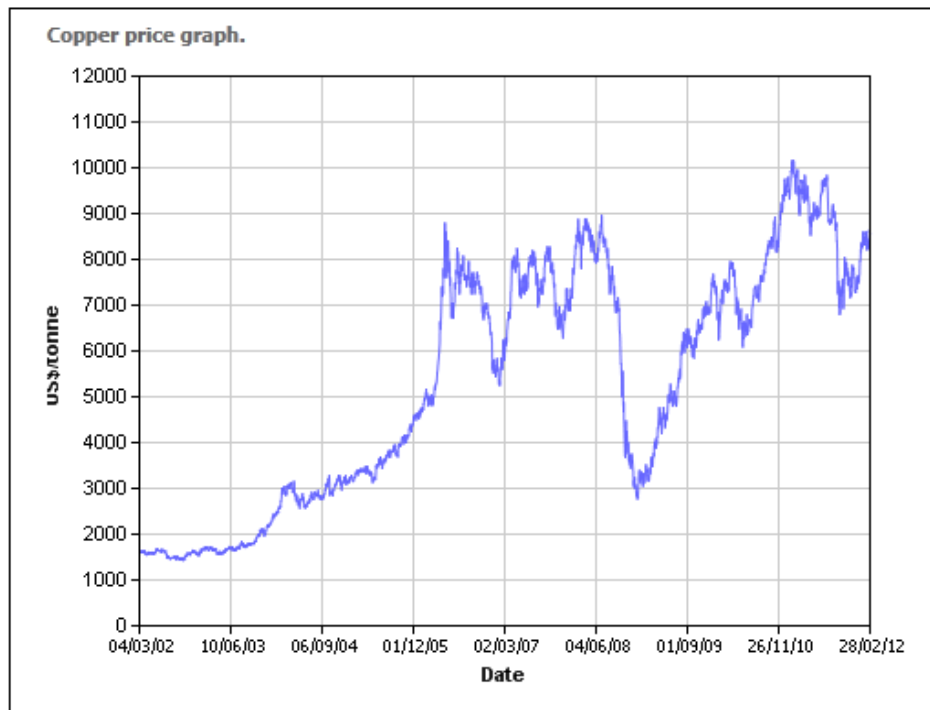
Kupari

Kuparia saadaan sulfidimalmeista, jossa kuparia on usein alle prosentti. Malmi pitää rikastaa, ja yleensä se tehdään vaahdottamalla, jotta sen arvometallipitoisuus

nousisi. Puhdistetun (raffinoidun) kuparin pitoisuus on vähintään 99,85 %. Kupari saa sisältää vain vähän epäpuhtauksia. Puhdistettu kupari jaetaan kolmeen eri laatuun: happipitoinen kupari, deoksidoitu kupari (sisältää fosforia) ja hapeton kupari (Koivisto ym. 2001, 176 & 177.)

Kuparia käytetään esimerkiksi sähkönjohtotarkoituksiin, pellityksiin, tislaukusteisiin, vesi- ja öljyputkiin ja räystäskouruihin. Suomessa sulfidimalmeista kuparia jalostaa Outokumpu Oy. Raaka-aineena käytetään myös kuparimetallijätettä ja –romua. (Koivisto ym. 2001, 177.) Kuparin valmistuksen raaka-aineena käytetään 40 prosenttia kierrätyskuparia (Scandinavian Copper Development Association 2012).

Kuviossa 4 näkyy kuparin hintakehitys dollareina 2.3.2002- 28.2.2012 väliseltä ajalta. Kuviosta voidaan havaita kuparin hinnan olleen vuonna 2008 noin 9000 dollaria/tonnilta, minkä jälkeen talouskriisin takia hinta putosi noin 3000 dollariin/tonni. 3.2.2012 kupari maksoi noin 8500 dollaria/tonni.



KUVIO 4. Kuparin hintakehitys tonnia/dollari 2.3.2002- 28.2.2012 väliseltä ajalta. (London metal exchange 2012b.)

Messinki

Messinki on kuparin ja sinkin muodostama seos, jossa kuparia on vähintään 50 %. Sinkin määrä messingissä vaihtelee eri seoksissa alle viidestä prosentista 45 prosenttiin riippuen siitä, minkälainen messinkiseos halutaan. Seoksissa voi olla myös tinaa, lyijyä, piitä, rautaa, alumiinia ja mangaania (Koivisto ym. 2001, 178 & 179.)

Messingin eri seoksia käytetään esimerkiksi sähkölaitteissa, pulteissa, venttiilinosissa, lauhduttimien päätylevyinä, muttereina ja hammaspyörissä (Koivisto ym. 2001, 179 & 180.)

Ruostumaton teräs

Ruostumaton teräs eli rosteri on rautapohjainen seos, jonka kromipitoisuus on vähintään 10,5 %. Muita seosaineita ovat esimerkiksi molybdeeni, nikkeli ja typpi. Ruostumattomat teräkset jaetaan neljään eri pääryhmään riippuen metallin kiderakenteesta: austeettiset ruostumattomat teräkset (sisältää nikkeliä), ferriittiset ruostumattomat teräkset (kiderakenteena raudan ferriitti), austeniittis-ferriittiset ruostumattomat teräkset eli duplex-teräkset (kaksi eri kiderakennetta) ja marteniittiset ruostumattomat teräkset (paras syöpymis- ja kulumiskestävyys) (Koivisto ym. 2001, 144-147.)

Ruostumatonta terästä käytetään muun muassa kuljetusvälineiden rakenteissa, rakentamisessa, laivanrakennusteollisuudessa, vesiturbiinien siivissä ja ruokailuvälineissä (Koivisto ym. 2001, 147 & 148.) Ruostumattoman teräksen valmistukseen käytetään paljon teräsromua. Esimerkiksi Outokumpu käyttää ruostumattoman teräksen valmistukseen raaka-aineenaan lähes 90 prosenttia teräs-romua (Outokumpu 2012).

3.3.3 Muut jätejakeet

Sähkölaitteet

Sähkölaitteet ovat joko sähköllä, akulla tai paristolla toimivia laitteita. Sähkölaitteet kuuluvat tuottajavastuun piiriin, mikä tarkoittaa sitä, että tuotteen tuottajalla tai maahantuoajalla on ”*velvollisuus edistää laitteiden uudelleenkäyttöä, järjestää niiden keräys, esikäsittely, hyödyntäminen ja muu jätehuolto sekä vastata niistä aiheutuneista kustannuksista*” (Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu 2011). Tämä tarkoittaa sitä, että kuluttajalle ei aiheudu kuluja tuotteen hävittämisestä. Jatkokäsittelyssä sähkölaitteet murskataan ja kaikki materiaalit mm. muovit, lasit ja metallit kerätään erikseen (Serty 2012).

Muut jätteet

Tutkimuksessa esiintyviä muita jätteitä ovat auton renkaat, energiajäte, haravointijäte, keräyskartonki, keräyslasi, keräyspaperi, maa-aines, puujäte, sekajäte sekä vaaralliset jätteet. Näistä jätelajeista ei kerrota, mitä ne sisältävät, koska se ei ole tutkimuksen kannalta olennaista.

Sähköjohdot

Sähköjohtojen määritelmä on Wikipedian 2012 mukaan: ”*Sähköjohto on sähköä johtavasta aineesta, johteesta valmistettu, virtapiirin osaksi kytketty lanka tai monen langan yhdistelmä, jota pitkin sähkövirta kulkee. Sähköjohdot tehdään yleensä kuparista tai alumiinista ja ne eristetään muovi- tai kumieristevaipalla*” (Wikipedia 2012.)

4 TUTKIMUSKOhteet JA –MENETELMÄT

4.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää metallijätekuormien koostumus jätejakeittain (magneettiset metallit, ei-magneettiset metallit, muut jätteet ja sähkölaitteet) lajittelemalla metallijätekuormia käsin.

Saatuja tutkimustuloksia käytettiin hyödyksi metallijakeiden eri lajittelumenetelmien kustannusarviointeihin, jolloin selviää, onko metallin lajittelu kannattavaa sekä mikä lajittelumenetelmä olisi sopivin ja järkevin investointi pienessä mittakaavassa.

4.2 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimus rajattiin sisältämään vain metallijätekuormia jäteasemilta ja ekopisteiltä. Tutkimukseen ei otettu mukaan sähkölaitteita, vaikka nekin sisältävät paljon eri metalleja.

Tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin sähköjohtojen sisältämä arvometalli (kupari ja alumiini). Johdoista olisi pitänyt erotella kupari, muovi sekä muut metallit kuorimalla, joten työhön olisi mennyt turhan paljon aikaa. Tutkimuksessa kuitenkin kerättiin sähköjohtoja kokonaisina.

Tutkimuksessa ei käsitelty Lajitteluterminaali LATE:n metallijätteitä eikä Kotkan Energian hyötyvoimalaitoksen kuonista eroteltuja metalleja.

4.3 Lajiteltavat jakeet

Kuormista lajiteltiin käsin eri metallijätteitä, sähkölaitteita, sähköjohtoja sekä muita jätteitä. Metallijätteet lajiteltiin magneettisiin metalleihin (rauta ja teräs) sekä ei-magneettisiin metalleihin eli arvometalleihin (alumiini, kupari, messinki ja ruostumaton teräs). Magneettiset metallit lajiteltiin samalle siirtolavalle, ei-magneettiset metallit lajiteltiin eri jäteastioihin. Muita jätteitä olivat auton renkaat, energiajäte, haravointijäte, keräyskartonki, keräyslasi, keräyspaperi, maa-aines, puujäte, sekajäte sekä vaaralliset jätteet. Muut jätteet lajiteltiin samaan astiaan.

4.4 Lähtökohdat punnitukseen

Työn päätavoitteena oli selvittää metallijätekuormien koostumus, jotta saataisiin käsitys siitä, onko eri metallijakeita kannattavaa kerätä erikseen. Aikaa kuormien läpi käyntiin oli varattu kolme viikkoa toukokuussa 2011 sekä tammi-, helmi- ja maaliskuusta muutamia päiviä.

Opinnäytetyössä lajiteltiin käsin 30 metallijätekuormaa, joista 19 oli jäteasema Pillerin metallijätekuormia, viisi metallijätekuormaa muilta jäteasemilta (Asikkala, Hollola, Heinola, Orimattila ja Padasjoki), kolme ekopisteiden pintakeräysastiaa ja 3 ekopistelavakuormaa. Ekopisteiden pintakeräysastiakuormissa oli 3-5 eri ekopisteen metalleja. Kuormat valittiin sattumanvaraisesti, mutta kuitenkin niin, että uusi kuorma tulisi vasta silloin, kun vanha kuorma olisi lajiteltu.

Yhden jäteasemakuorman lajitteluun kuluva aika ei arvioitu etukäteen, mutta siihen kului kuorman koosta riippuen 1-2 tuntia. Päivässä kuormia käytiin lävitse 1-3, riippuen siitä, oliko konemiehillä ja kuorma-autolla aikaa auttaa kuormien nostamisessa lavalle ja lavojen tyhjentämisessä. Yhden ekopistekuorman lajittelu kesti noin 2-3 työpäivää, koska metallijätekuorma koostui pienistä purkeista ja tölkeistä.

4.5 Työvälineet ja apuvoimat

Metalleja lajittelivat kesällä opinnäytetyöntekijä sekä projektityöntekijä, joka oli Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:ssä työharjoittelussa kyseisenä toukokuuna. Talvella kuormia lajitteli suurimmaksi osaksi opinnäytetyöntekijä ja välillä PHJ:n työntekijöitä oli apuna. Lajittelu sujui joutuisasti, kun tekijöitä oli enemmän kuin yksi.

Kuten kuvassa 4 näkyy, PHJ:n konemiehet avustivat raudan ja teräksen nostamisessa kuormalavalle kauhan avulla. Jäteasema Pillerin jätelavojen tyhjentäjä toi metallijätekuormia Pilleriltä lajittelupisteeseen sekä vei raudan ja teräksen jatkokäsittelyyn. Metallien tuomisen lajittelupaikalle muilta jäteasemilta hoiti urakoitsija, joka hoitaa normaalisti osan muiden jäteasemien jätteiden tyhjennyksistä.



KUVA 4. Konemies nostaa kuormasta lajiteltua terästä ja rautaa lavalle.

Eri jättejakeiden punnitsemiseen käytettiin haarukkavaakaa, joka oli PHJ:n omaa kalustoa. Työssä käytettiin punnitsemisen apuna myös erikokoisia jäteastioita, yhtä siirtolavaa sekä lokerolavaa. Siirtolavaa käytettiin teräksen ja raudan punnitsemiseen, säilyttämiseen ja kuljettamiseen. Sen tilavuus oli 5 kuutiota. Lokerolavaa käytettiin talvella ekopisteiden pintakeräysastioiden kuormien ja ekopistela-vakuormien punnitukseen. Alumiinin, kuparin, ruostumattoman teräksen ja muiden jätteiden jäteastiat (4 kpl) olivat kooltaan 660 litraa. Messingin ja sähkölaitteiden jäteastiat (2 kpl) olivat kooltaan 120 litraa.

Kuormat lajiteltiin ja punnittiin käsin, joten suojavälineitä tarvittiin. Suojavälineinä toimivat turvakengät, viilto- ja pistosuojatut käsineet sekä työtakki ja -housut. Myös sadetakkia tarvittiin muutamana päivänä.

Muita työvälineitä olivat magneetti, jolla erotettiin magneettiset ja ei-magneettiset metallit toisistaan. Puukkoa käytettiin lian poistamiseen metalliesineen pinnalta, jolloin metallin väri näkyi ja sen tunnistaminen helpottui. Puhtaanapidon apuvälineitä olivat lapio, harava ja harja.

Kuormien eri metallijättejakeiden, sähkölaitteiden, muiden jätteiden ja sähköjohtojen punnitusten kirjanpitoon käytettiin Excel-taulukko pohjaa, joka näkyy liitteissä 1, 2 ja 3.

Kuormat käsiteltiin kesällä vaa'an ja jäteasema Pillerin välisellä kentällä. Vuokrattu valkoinen katos toi sateen suojaa. Kuvassa 5 näkyy lajittelukatos sekä metallijätelava jäteasema Pilleriltä. Talvella kuormat lajiteltiin talvikaudella energiajätteen paalaushallissa, jota käytetään vain kesällä.

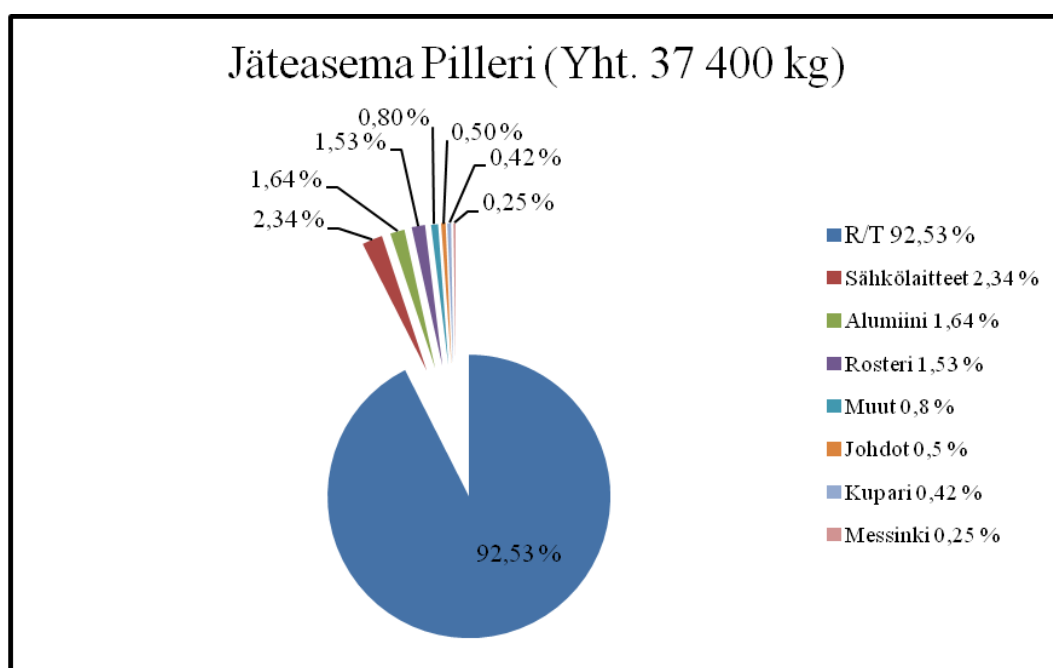


KUVA 5. Edessä näkyy metallijätelava Jäteasema Pilleriltä. Takana näkyy lajittelupaikka.

5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA

5.1 Jäteasema Pillerin kuormat

Jäteasema Pillerin kuormia lajiteltiin 19 kuormaa, jotka painoivat yhteensä 37 400 kiloa (LIITE 1). Kuvio 5 näkyy kuormien jätejakeiden osuudet prosentteina, joista noin 93 prosenttia oli terästä ja rautaa. Sähkölaitteita oli kuormissa toiseksi eniten, noin 2,3 prosenttia.



KUVIO 5. Jäteasema Pillerin eri jätejakeiden osuudet prosentteina.

Jäteasema Pillerin kuormista lajiteltu rauta ja teräs koostuivat polkupyöristä, puulämmitteisistä kiukaista, kattopelleistä, rauta- ja teräsputkista, kattiloista, sidontanauhoista, kylpyammeista, ruohuonleikkureista, tyhjiä maalipurkeista, spraypurkeista, työkaluista, tynnyreistä, peltipurkeista, metallirunkoisista tuoleista ja pöydistä, autonosista ja jääkiekkomaaleista. Jäteasema Pillerin kuormien alumiini koostui putkista, kiskoista, paistinpannuista, spraypurkeista ja juomatölkeistä.

Kuormista lajiteltu kupari sisälsi putkia, kupariesineitä, astioita sekä juomakaukalon. Ruostumaton teräs oli koostumukseltaan suurimmaksi osaksi tiskialtaita, ruokailuvälineitä sekä kattiloita ja paistinpannuja. Messinki koostui hanoista ja muttereista.

Kuormien sähkölaitteet (kuva 8) sisälsivät sähkökiukaita, akku- ja sähkökäyttöisiä porakoneita ja muita työkoneita, valaisimia, leivänpaahtimia, jouluvaloja, helloja, kihartimia ja tietokoneen osia. Kuvan 7 mukaan suurin osa muista jätteistä oli jäteasema Pillerin kuormissa puujätettä, sekajätettä (mm. vaatteita ja toimistotuoleja) ja energiajätettä. Muutamasta kuormasta löytyi myös autonrenkaita sekä vaarallisia jätteitä. Alla olevassa kuvassa 6 näkyy lajittelematon metallijätekuorma Pilleriltä.



KUVA 6. Lajittelematon metallijätekuorma Pilleri 12.



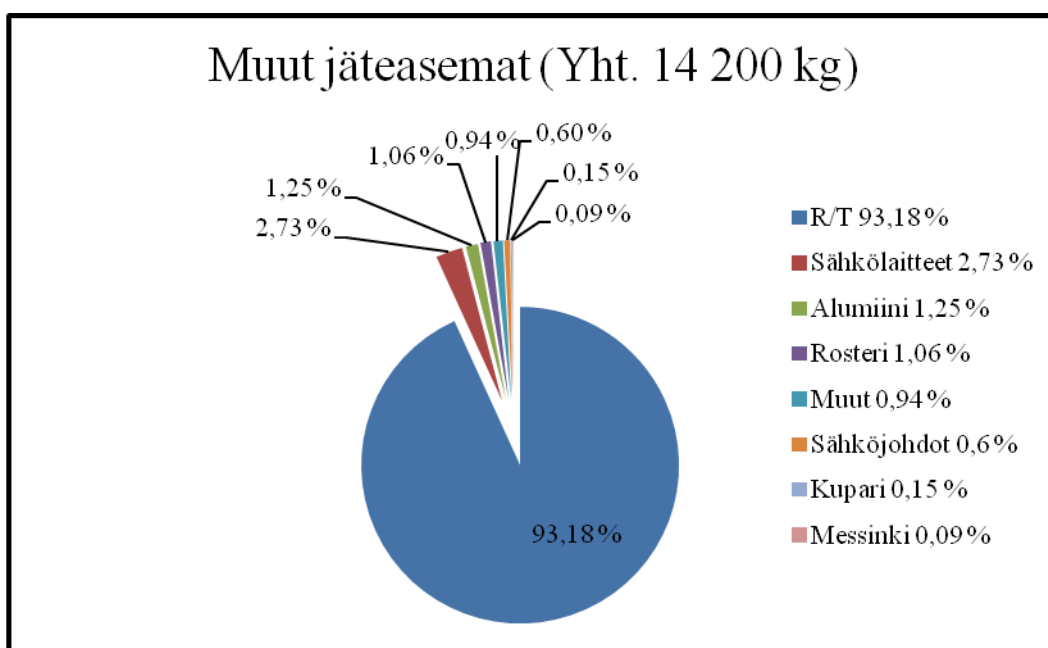
KUVA 7. Jäteasema Pillerin kuorman 15 muita jätteitä



KUVA 8. Jäteasema Pillerin kuorman 15 sähkölaitteita.

5.2 Muiden jäteasemien kuormat

Muiden jäteasemien kuormat tulivat Asikkalan, Heinolan, Hollolan, Orimattilan ja Padasjoen jäteasemilta. Kuormia lajiteltiin jokaiselta jäteasemalta yksi kappale, joten kuormia oli yhteensä viisi kappaletta. Kokonaispaino kaikille kuormille oli 14 260 kiloa (LIITE 2). Kuviosta 6 näkyy muiden jäteasemien eri jätejakeiden prosenttiosuudet, joista noin 93 prosenttia oli rautaa ja terästä.



KUVIO 6. Muiden jäteasemien eri jätejakeiden osuudet prosentteina

Muiden jäteasemien jätejakeet olivat koostumukseltaan samankaltaisia kuin Jäteasema Pillerin kuormat. Kuvassa 9 näkyy Jäteasema Pillerin ja muiden jäteasemien kuormista kerättyä kuparia ja kuvassa 10 näkyy kuormista kerättyä ruostumatonta terästä.



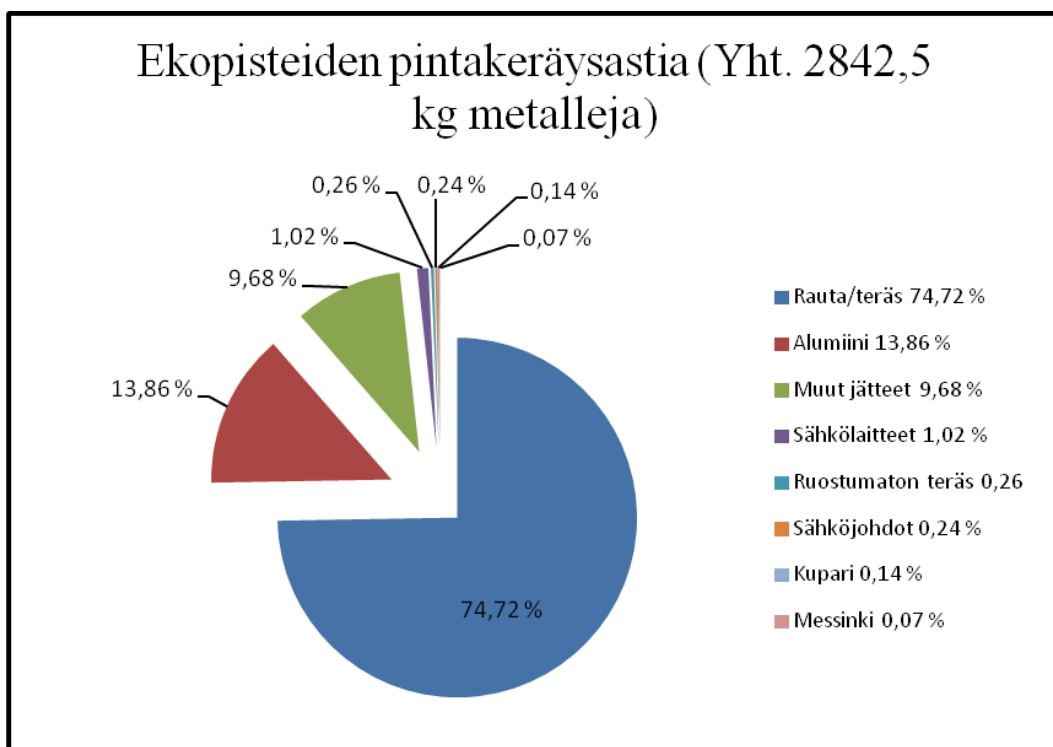
KUVA 9. Kuormista kerättyä kuparia.



KUVA 10. Ruostumatonta terästä.

5.3 Ekopisteet (pintakeräysastia)

Ekopisteiden pintakeräysastia kuormia lajiteltiin yhteensä 3 kappaletta. Jokainen kuorma sisälsi 3-5:n eri ekopisteen metalleja. Kokonaispaino kaikille ekopisteiden pintakeräysastia kuormille oli 2842,5 kiloa (LIITE 3). Kuviossa 7 on esitetty pintakeräysastioiden eri jätejakeiden prosenttiosuudet, joista noin 75 prosenttia oli rautaa ja terästä. Alumiinia kuormista löytyi toiseksi eniten, noin 14 prosenttia.



KUVIO 7. Ekopisteiden eri jätejakeiden prosenttiosuudet

Ekopistekuormien rauta ja teräs koostuivat erikokoisista säilyketölkeistä, tyhjiä maalipurkeista, spraypulloista, rautaputkista, astioista ja auton osista. Ekopistekuormien alumiini koostui suurimmaksi osaksi juomatölkeistä, folioastioista, spraypulloista, paistinpannuista ja jogurttipurkkien kansista, kuten kuvassa 11 näkyy. Kuormista löytyi myös muutamia kuparisia putkia sekä ruostumatonta terästä olevia paistinpannuja ja ruokailuvälineitä.



KUVA 11. Ekopisteiden lajiteltua alumiinia

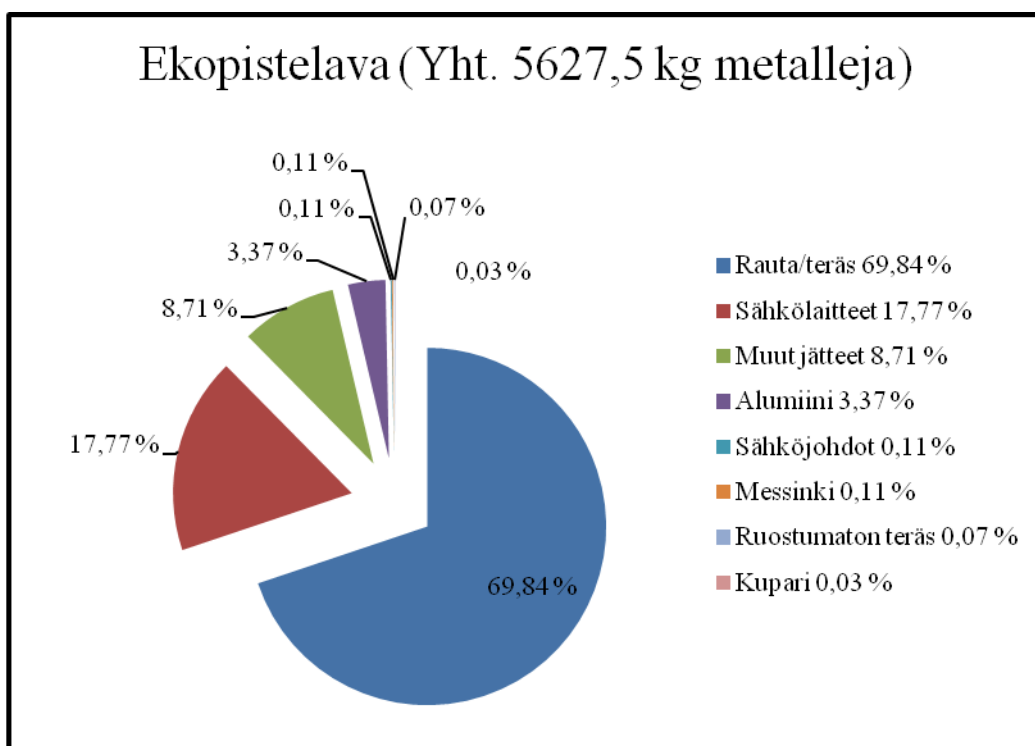
Sähkölaitteet sisälsivät ekopistekuormissa suurimmaksi osaksi valaisimia, tietokoneen osia, sähkö- ja akkukäyttöisiä työkaluja sekä leivänpaahtimia. Ekopistekuormien muut jätteet koostuivat keräyslasista, sekajätteestä (mm. kahvipaketeista, sipsipusseista, kissanruokapusseista, posliinista ja auton pölykapseleista), energiajätteestä (mm. muovipusseista ja kiiltäväpintaisista karkkipapereista), paristoista sekä vaarallisista jätteistä (mm. vajaista maali- ja spraypurkeista). Kuvassa 12 näkyy ekopistekuormien muita jätteitä.



KUVA 12. Ekopisteiden muita jätteitä.

5.4 Ekopistelavat

Ekopistelavakuormia lajiteltiin kolme kappaletta, Hämeenkosken, Orimattilan Artjärven ja Pukkilan ekopisteiltä. Kuormien kokonaispainot olivat kuvion 8 mukaan noin 5 600 kiloa. Kuormissa oli rautaa ja terästä noin 70 prosenttia sekä alumiinia noin 3,4 prosenttia. Muita metalleja oli kuormissa hyvin vähän. Kuormista löytyi paljon sähkölaitteita (noin 18 prosenttia) sekä muita jätteitä (noin 9 prosenttia).



KUVIO 8. Ekopistelavojen eri jättejakeiden prosenttiosuudet

Ekopistelavojen jättejakeet olivat koostumukseltaan sekoitus jätteiden ja ekopisteiden pintakeräysastioiden jätteitä. Ekopistelavalla oli sekä pieniä metallipurkkeja että isoja metalliesineitä. Kuormista löytyi paljon sähkölaitteita esimerkiksi hella, sähkökiukaita, astianpesukoneita, televisioita, tietokoneennäytin sekä muita pieniä sähkölaitteita. Ekopistelavakuormien muut jätteet koostuivat muun muassa patjoista, imurinletkuista sekä erikokoisista muoviesineistä. Kuvassa 13 näkyy ekopistelavakuorma 1:n vaarallisia jätteitä. Kuvassa näkyy maalipurkkeja, täysinäisiä spraypulloja, deodorantteja sekä vaahtosammutin.



KUVA 13. Ekopistelavakuorman vaarallisia jätteitä.

5.5 Kuormien prosentuaalisten osuuksien tarkastelua

Taulukko 1 kertoo eri jätelajien prosentuaaliset osuudet Jäteasema Pilleriltä, muilta jäteasemilta, ekopisteiden pintakeräysastioilta ja ekopistelavoilta. Taulukosta 1 voidaan havaita esimerkiksi alumiinin ja sähkölaitteiden suuret vaihteluvälit.

TAULUKKO 1. Eri jätelajien prosentuaaliset osuudet kuormista.

Jätelaji	Jäteasema Pilleri	Muut jäteasemat	Ekopisteiden pintakeräysastia	Ekopistelavat	Vaihteluväli
Rauta/ Teräs (%)	92,5	93,2	74,7	69,8	69,8 - 93,2
Alumiini (%)	1,6	1,3	13,9	3,4	1,3 - 13,9
Kupari (%)	0,4	0,2	0,14	0,03	0,03 - 0,4
Messinki (%)	0,3	0,1	0,07	0,1	0,07 - 0,9
Ruostumaton teräs (%)	1,5	1,1	0,3	0,07	0,07 - 1,5
Sähkölaitteet (%)	2,3	2,7	1	17,8	1,0 - 17,8
Muut (%)	0,8	0,9	9,7	8,7	0,8 - 9,7
Sähköjohdot (%)	0,5	0,6	0,2	0,11	0,2 - 0,6

Taulukosta 1 voidaan havaita Pillerin ja muiden jäteasemien jätejakeiden prosentuaalisten osuuksien samankaltaisuus. Kuitenkin arvometalleja on hieman enemmän jäteasema Pillerin kuormissa. Jäteasema Pilleri sijaitsee Kujalan jätekeskuksessa, jonne metallivarkaat eivät mene ehkä paremman vartioinnin vuoksi. Muut jäteasemat sijaitsevat yleensä syrjässä, ja esimerkiksi Hollolan ja Heinolan jäteasemat sijaitsevat metsän keskellä. Syrjäinen sijainti houkuttelee metallivarkaita aukioloaikojen ulkopuolella.

Jäteasema Pillerillä on oma keräysastia sähköjohdoille, mutta muilta jäteasemilta se puuttuu. Tämän takia jäteasema Pillerin ja muiden jäteasemien sähköjohtojen lähes samansuuruiset prosentuaaliset osuudet taulukossa 1 ihmetyttävät. Tämä johtuu useimmiten asiakkaiden lajitteluvirheistä.

Ekopisteiden pintakeräysastia kuormat ovat koostumukseltaan erilaisia kuin jäteasemien kuormat, koska niissä oli paljon alumiinia sekä rautaa ja terästä. Raudan ja metallin prosenttiosuus ekopisteiden kuormissa taulukossa 1 on yli 15 prosenttiyksikköä pienempi kuin jäteasemien kuormissa. Alumiinia löytyi taulukon 1 mukaan ekopisteiden pintakeräysastioilta prosentuaalisesti yli kymmenen prosenttiyksikköä enemmän kuin jäteasemien kuormista. Ekopistelavakuormissakin oli alumiinia noin kaksi prosenttiyksikköä enemmän kuin jäteasemien kuormissa.

Kaikki jäteasemat ovat miehitettyjä, joten asiakkaat saavat opastusta lajitteluun ja valvonta ehkäisee tahattomia lajitteluvirheitä. Ekopisteet taas eivät ole miehitettyjä, joten lajitteluvirheet eivät tule yllätyksenä. Ekopistelavakuormissa sähkölaitteita oli noin 18 prosenttia taulukossa 1, joka on suuri verrattuna esimerkiksi jäteasemiin, joissa sähkölaitteita oli alle kolme prosenttia.

Taulukon 1 mukaan muita jätteitä oli prosentuaalisesti eniten ekopisteiden pintakeräysastia kuormissa, 9,7 prosenttia, kun taas jäteasemilla muita jätteitä oli alle 1 prosenttia. Myös ekopistelavakuormissa muita jätteitä oli 8,7 prosenttia. Ekopisteiden pintakeräysastia kuormissa muut jätteet koostuivat suurimmaksi osaksi keräyslasista, kuten kuvasta 14 näkyy. Keräyslasiastia on yleensä sijoitettu metallinkeräysastian viereen, ja jos astia on täynnä, asiakkaat laittavat jätteensä luulta-

vasti lähimpään tyhjänä olevaan astiaan eli tässä tapauksessa metallinkeräysastiaan. Lajitteluvirheet (muut jätteet ja sähkölaitteet) ekopisteillä johtuvat luultavasti tietämättömyydestä tai laiskuudesta viedä jätteet oikeisiin paikkoihin sekä ekopisteiden miehittämättömyydestä.

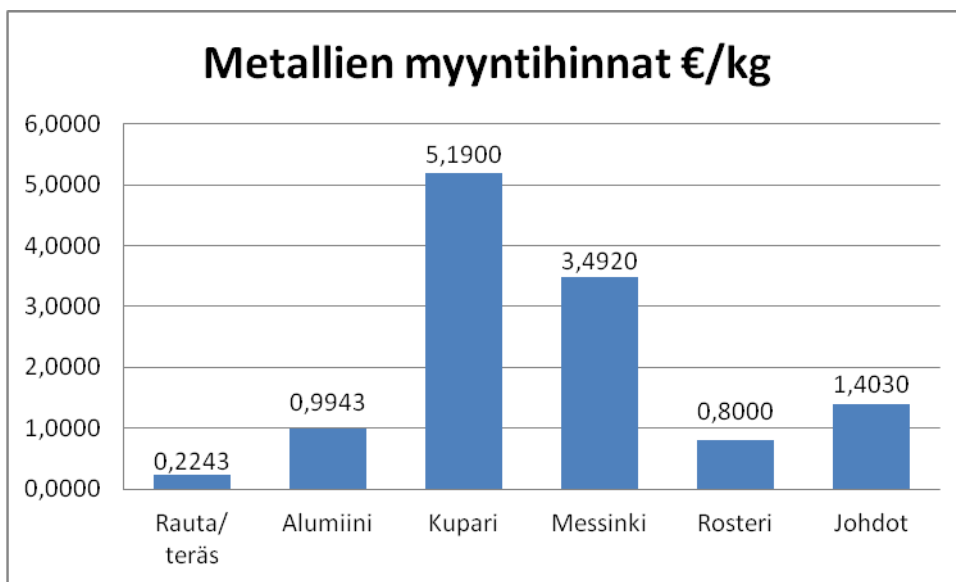


KUVA 14. Lasia ekopisteiden lajittelemattomassa metallijätekuormassa

6 LAJITTELUN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS

6.1 Lajittelun tuotto

Eri metallien myyntihinnat perustuvat sen hetkisiin maailman markkina-arvoihin, joten rahalliset hyödyt ovat teoreettisia. Kuviossa 9 on esitetty metallien myyntihinnat jatkokäsittelijälle, Kuusakoski Recycling Oy:lle. Kuviosta 9 näkyy esimerkiksi kuparin suuri kilohinta, 5,19 €/kg. Lajittelemattomista metallijätekuormista PHJ saa kilohinnaksi raudan ja teräksen arvon, eli 0,2243 €/kg.



KUVIO 9. Metallien myyntihinnat €/kg (Kuusakoski Recycling Oy 2011.)

Taulukosta 2 nähdään jäteasema Pillerin, muiden jäteasemien, ekopisteiden pinta-keräysastioiden ja ekopistelavojen keskiarvokuormien tuotot metallijätteen lajittelusta. Taulukon 2 mukaan esimerkiksi jäteasema Pillerin keskiarvokuormasta saadaan lajittelun jälkeen tuottoa 96,21 euroa. Muiden jäteasemien vastaava luku taulukossa 2 on 70,32 euroa, mikä on yli 20 euroa vähemmän kuin jäteasema Pillerin keskiarvokuorman tuotto. Taulukosta 2 voidaan havaita myös ekopistelavan keskiarvokuorman tuoton, joka on noin – 58 euroa. Tämä johtuu muiden jätteiden

ja sähkölaitteiden suuresta määrästä ja koska niistä saatavaa tuottoa ei tässä opin-
näytetyössä ole arvioitu, tuotto jää miinukselle. Liitteestä 3 näkyy ekopisteiden
pintakeräysastioiden ja ekopistelavojen keskiarvokuormista saadut tuotot metalli-
jätejaekohtaisesti ja liitteestä 4 jäteasemien keskiarvokuormista saadut tuotot.

TAULUKKO 2. Metallien lajittelun tuotot keskiarvokuormista.

Tuotot				
Keräyspiste	Keskiarvo- kuorma (kg)	Tuotto ilman lajittelua (€)	Tuotto lajittelun jälkeen (€)	Tuotto (€)
Jäteasema Pilleri	1 968,40	441,49	537,7	96,21
Muut jäteasemat	2 852,00	639,68	710	70,32
Ekopisteiden pintakeräysastiat	947,50	212,15	303,77	91,25
Ekopistelavat	1 909,20	428,21	370,19	-58,02

Metallijätekuormia viedään jatkokäsiteltäväksi jäteasema Pilleriltä keskimäärin 38 kappaletta kuukaudessa, muilta jäteasemilta 9 kappaletta kuukaudessa, ekopisteiltä 8 kappaletta kuukaudessa ja ekopistelavoilta noin 7 kappaletta kuukaudessa. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012.) Taulukossa 3 näkyy jäteasema Pillerin, muiden jäteasemien, ekopisteiden pintakeräysastian ja ekopistelavojen lajittelun tuotot kuukaudessa ja vuodessa. Jäteasema Pillerin kuormista saadaan lajittelun jälkeen tuottoa noin 44 000 euroa vuodessa, muilta jäteasemilta noin 7 600 euroa vuodessa, ekopisteiltä 8 760 euroa vuodessa sekä ekopistelavoilta noin – 4 900 euroa vuodessa. Tuottoa saatiin yhteensä noin 55 400 euroa.

TAULUKKO 3. Kuormien tuotto lajittelun jälkeen kuukaudessa ja vuodessa

Lajittelun tuotto kuukaudessa ja vuodessa				
Keräyspiste	kpl/kk	€/kuorma	€/kk	€/vuosi
Jäteasema Pilleri	38	96	3 656	43 872
Muut jäteasemat	9	70	633	7 595
Ekopisteet	8	91	730	8 760
Ekopistelavat	7	-58	-406	-4 874
Yhteensä			4 613	55 353

6.2 Mahdolliset uudet lajittelumenetelmät sekä niiden kustannusarviot

6.2.1 Astiakohtainen lajittelu

Jokaiselle arvometallijakeelle tulisi oma jäteastia jäteasemille. Alumiinille, kuparille ja sähköjohdoille tulisi jokaiselle 660 litran jäteastia. Messinki kerättäisiin 240 litran jäteastiaan. Ruostumaton teräs kerättäisiin kuution kokoiselle metalliselle siirtolavalle. Työntekijät ohjaisivat asiakkaat lajittelemaan arvometallit eri astioihin. Ekopisteille voisi hankkia oman pintakeräysastian alumiinille.

Jäteasema Pillerille tulisi kaksi 660 litran jäteastiaa alumiinille ja kuparille. Muille jäteasemille tulisi jokaiselle kolme 660 litran jäteastiaa, joihin kerättäisiin alumiinia, kuparia ja sähköjohtoja. Jäteasema Pillerillä on jo jäteastia sähköjohdoille, joten sitä ei tarvitse hankkia.

Kaikille jäteasemille hankittaisiin yksi 240 litran jäteastia messingille, koska messinki koostuu lähinnä hanoista ja pienistä muttereista, joten ne mahtuvat hyvin astiaan.

Jokaiselle jäteasemalle hankittaisiin yhden kuution metallinen siirtolava ruostumattoman teräksen keräämiseen. Ruostumaton teräs koostuu suurimmaksi osaksi suurista tiskipöydistä, joten sen keräämiseen tarvitaan iso astia.

Astiakohtaiseen metallien lajitteluun voisi tehdä myös lokerolavan avulla. Lokero-
lavat maksavat noin 5 500 euroa kappale (Helenius 2012.) Kaikille jäteasemille
niiden hankkiminen tulisi maksamaan 38 500 euroa.

Astiat tulisi sijoittaa lukittuun rakennukseen metallivarkaiden varalta. Jäteasema
Pillerin mahdollisen laajennuksen myötä metallijäteastiat mahtuisivat sinne hyvin.
Hollolan jäteasemalla on yksi ylimääräinen merikontti, jonne astiat voisi sijoittaa
ja Heinolan jäteasemalle astiat mahtuisivat traktorihalliin. Muille neljälle jätease-
malle pitäisi rakentaa tilat astioiden säilytykseen. Lisäkustannuksia tulee myös
täysien metallijäteastioiden kuljettamisesta jatkokäsittelyyn.

Astiakohtainen lajittelu tulisi maksamaan taulukon 4 mukaan yhteensä noin 8 300
euroa. Ei voida kuitenkaan olettaa, että astiakohtainen lajittelu toimisi yhtä hyvin
kuin tässä opinnäytetyössä tehty käsinlajittelu, joten astiakohtaisen lajittelun tuo-
toksi on arvioitu 70 prosenttia käsinlajittelun tuotosta, jolloin astiakohtaisen lajit-
telun tuotoksi on arvioitu noin 3 000 euroa kuukaudessa jäteasemilta. Taulukon 4
mukaan astioiden hinta saataisiin takaisin 83 päivässä eli noin neljässä ja puolessa
kuukaudessa.

TAULUKKO 4. Astiakohtaisen lajittelun kustannusarvio.

Astiakohtaisen lajittelun kustannusarvio				
Jäteastia	Jäteasema Pilleri	Muut Jäteasemat	Hinta (€/kpl)	Yhteensä (€)
660 l (K-Rauta 2012a.)	2	18	219	4380
240 l (K-Rauta 2012b.)	1	6	60	419
1,1 m3 lava (Hexaplan 2012.)	1	6	589	3534
Yhteensä (€)				8333
Takaisin maksuaika				
Lajittelun tuotto (€/kk)		Astioiden hinta (€)		Takaisin maksuaika (pvä)
3001		8333		83

Astiakohtaisen lajittelun vuositulot olisivat 70 prosenttia jäteasema Pillerin ja
muiden jäteasemien käsinlajittelun tuotosta. Taulukossa 3 on esitetty lajittelun
tuotto vuodessa jäteasema Pillerille ja muille jäteasemille, joka on noin 51 500
euroa, ja tästä luvusta 70 prosenttia on noin 36 000 euroa. Astiakohtaisen lajitte-
lun tuotto olisi siis noin 36 000 euroa vuodessa.

Astiakohtaisen lajittelun voisi myös aloittaa aluksi muutaman arvometallin keräämisellä, esimerkiksi kuparin ja sähköjohtojen. Sähköjohtoja voisi alkaa kuoriin kaapelinkuorintakoneella (kuva 3), jolloin niistä saisi enemmän tuottoa.

6.2.2 Käsinlajittelu

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy palkkaisi yhden työntekijän lajittelemaan metallijätetuormia käsin. Kuormat tuotaisiin lajittelijalle kaikilta jäteasemilta Kujalan jätekeskukseen esimerkiksi lajittelutelttaan tai uuteen rakennukseen. Työntekijä lajittelisi kuormat samaan tapaan kuin tässä opinnäytetyössä on lajiteltu.

Käsinlajittelun tuotto näkyy taulukossa 5. Taulukossa 4 henkilöstökulut ovat 28 600 euroa vuodelta, joka sisältää 11 euron tuntipalkan sekä henkilöstösivukulut noin 30 prosenttia. Taulukkoon 5 ei otettu mukaan ekopistekuormien käsinlajittelua, koska se vie liian kauan aikaa.

Taulukon 5 mukaan Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy saisi käsinlajittelusta kuukausitasolla tuottoa noin 1850 euroa ja vuositasolla noin 24 000 euroa.

TAULUKKO 5. Käsinlajittelun tuotto jäteasemilta.

Käsinlajittelun tuotto		
Aika	Kuukausi	Vuosi
Henkilöstökulut (€)	2517	28600
Kuormien lkm Pilleri	38	456
Kuormien lkm muut jäteasemat	10	120
Työpäivät (kpl)	22	250
Jäteasema Pillerin tuotto (€)	3656	43872
Muiden jäteasemien tuotto (€)	703	8438
Yhteensä (€)	1842	23710

6.2.3 Koneellinen lajittelu

PHJ ostaisi tai vuokraisi metallien murskaimen ja metallinlajittelukoneen, esimerkiksi pyörövirta-erottimen, joka erottelisi eri metallijakeet toisistaan omiin astioihin. Tällöin tarvittaisiin yksi työntekijä, joka lisäisi metallijätteet erottimeen esimerkiksi lajittelukouralla varustetulla telakaivinkoneella sekä tyhjentäisi täyttyneet lavat. Metallinlajittelukoneelle rakennettaisiin oma halli Kujalan jätekeskukseen.

Alla olevassa taulukossa 6 on koneellisen lajittelun kustannusarvio. Kustannusarviossa ei ole otettu huomioon telakaivinkoneen työn hintaa, koska PHJ:n konemiehet voisivat ehkä tehdä työn. Omien konemiesten käyttö kuitenkin maksaa, mutta heitä käyttämällä ei tarvitsisi vuokrata uutta konetta ja kuljettajaa. Myöskään energian ja koneiden huoltojen hintaa ei ole huomioitu kustannusarviossa. Pyörövirta-erotin ja metallia leikkaava murskain maksavat yhteensä arviolta 270 000 euroa. Lajittelun tuotto on sama kuin taulukossa 3 on esitetty eli noin 55 400 euroa. Koneiden takaisin maksuaika olisi taulukon 6 mukaan noin 4 vuotta ja 10 kuukautta.

TAULUKKO 6. Koneellisen lajittelun kustannusarvio

Koneellisen lajittelun kustannusarvio		
Kone	€/kpl	
Pyörövirta-erotin	70 000	
Leikkaava murskain	200 000	
Yhteensä	270 000	
Takaisin maksuaika		
Lajittelun tuotto (€/v)	Koneiden hinta (€)	Takaisin maksuaika
55 400	270 000	4 v 10 kk

Koneellinen lajittelu voisi tapahtua myös samanlaisella lajittelukouralla varustetulla telakaivinkoneella tai traktorikaivurilla (kuva 4). Telakaivinkoneen kuljettaja erottelisi eri metallijakeet toisistaan kuormaajan kouran avulla. Telakaivinkoneen vuokrahinta kuljettajineen on noin 65 euroa tunnilta, mikä tekee vuodessa noin

115 000 euroa. Metallien lajittelusta saatava tuotto on noin 55 400 euroa vuodessa, joten lajittelu telakaivinkoneen avulla ei ole kannattavaa.

6.3 Lajittelumenetelmien tarkastelua

Eri lajittelumenetelmien vertailu on esitetty taulukossa 7. Astiakohtainen lajittelu tulisi kaikista halvimmaksiksi, koska aloittamiseen tarvitaan vain astioiden ostohinta, noin 8500 euroa. Koneellisen lajittelun aloittaminen on taulukon 7 mukaan kaikista kalleinta, koska laitteet tulevat maksamaan noin 270 000 euroa. Toisaalta koneellisen lajittelun tuotto on kaikista suurin, 55 400 euroa vuodessa, mutta lajittelun tuotoilla koneiden takaisin maksamiseen menisi 4 vuotta ja 10 kuukautta.

Kaikista lajittelumenetelmistä tulisi lisäkustannuksia, astiakohtaisen lajittelun lisäkustannuksia ovat esimerkiksi metallijäteastioiden varastotilojen rakentaminen ja kuljetusmatkat jatkokäsittelyyn. Käsinlajittelun ja koneellisen lajittelun lisäkustannuksia ovat esimerkiksi lajittelukouralla varustetun telakaivinkoneen vuokra ja metallijätteiden kuljetus jätekeskukseen. Koneellisessa lajittelussa lisäkustannuksia tulee myös koneen huolloista sekä energiasta.

TAULUKKO 7. Lajittelumenetelmien vertailua

Lajittelumenetelmä	Astiakohtainen lajittelu	Käsinlajittelu	Koneellinen lajittelu
Hinta (€)	8 333	28600 €/v	270 000
Tuotto/vuosi (€)	36 000	24 000	55 400
Takaisin maksuaika	4,5 kk	-	4 v 10 kk
Lisäkustannuksia	Kyllä	Kyllä	Kyllä

Astiakohtainen lajittelu

Astiakohtaisen lajittelun aloittaminen on suhteellisen edullista, koska aloittamiseen tarvitaan oikea määrä astioita sekä asianmukaiset varastotilat. Jäteasematyöntekijöille pitäisi järjestää koulutus, jotta he osaisivat opastaa asiakkaita lajittele-

maan metallijätteitä oikein. Jäteasemille voisi hankkia myös kannettavat metallintunnistimet, joiden avulla jäteasematyöntekijä pystyisi helposti selvittämään eri metallien laadun. Myös työntekijöiden motivointi metallien lajitteluun esimerkiksi tulospalkkauksen avulla voisi olla järkevää.

Jäteasemille voisi sijoittaa myös yhden lokerolavan, jonne arvometallit kerättäisiin. Hankintahinta (5 500 euroa kappale) on kuitenkin kallis verrattuna 5 viiden eri astian keräysjärjestelmään (1300 euroa). Lokerolavan tyhjennys onnistuisi helpommin kuin viiden eri astian tyhjennys, mutta toisaalta lokerolavan kuljettamiseen tarvitsee ulkopuolisen kuorma-auton kuljettajan. Astioiden tyhjennys onnistuu PHJ:n omalla kuorma-autolla.

Ekopisteille voisi hankkia oman pintakeräysastian alumiinille, koska ekopisteiden kuormissa oli huomattava määrä alumiinia. Ekopisteillä ei ole valvontaa, joten mahdollisesti alumiinin keräysastiaan menisi myös rautaa ja terästä. PHJ voisi kokeilla yhden pintakeräysastian sijoittamista ekopisteille, johon erilliskerättäisiin alumiinia ja tutkia sitä kautta, olisiko alumiinin erilliskerääminen ekopisteiltä kannattavaa.

Käsinlajittelu

Käsinlajittelu voisi olla kannattavampaa silloin, jos Suomen palkkataso ei olisi niin korkea. Kuitenkin käsinlajittelun tuotto on noin 24 000 euroa vuodessa, joten ainakin käsinlajittelu maksaisi itsensä takaisin. Käsinlajittelun kustannusarvioon ei otettu mukaan ekopistekuormien käsinlajittelua, koska ekopistekuorman lajitteluun kuluu aikaa yhdellä henkilöllä 3-4 työpäivää. Näin ollen ekopistekuormia ei ole kannattava lajitella käsin, koska liitteen 4 mukaan yhdestä ekopisteen pintakeräysastia kuormasta saa tuottoa noin 90 euroa, ja ekopistelavojen kuormasta tuotto jää noin 50 euroa miinukselle.

Koneellinen lajittelu

Metallinlajittelukone, esimerkiksi pyörövirta-erotin, sopisi erittäin hyvin ekopistekuormien pintakeräysastioiden lajitteluun, koska ekopistekuormien käsinlajittelu

on aikaa vievää puuhaa. Myös jäteasemien metallijätteet voitaisiin erotella pyörövirta-erottimen avulla, mutta ne pitäisi ensiksi murskata murskaimella.

Metallinlajittelukoneen hankinta olisi silloin kannattavaa, jos metallijätteen määrä olisi PHJ:llä huomattavasti suurempi. Tämän tason koneita on olemassa Suomessa mm. Kuusakoski Recycling Oy:llä, jonka koko toimintapolitiikka perustuu metallien kierrätykseen. Jos metallinlajittelukone olisi liikuteltavissa, Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n kannattaisi ehkä ostaa tai vuokrata sellainen yhdessä muiden Etelä-Suomen jätteenkäsittelylaitoksien kanssa, jolloin hankintahinta ei olisi yhdelle yritykselle suuri.

Telakaivinkone sopisi paremmin jäteasemien metalleille, koska niiden metallijätteet ovat isompia kappaleita ja kone saisi ne hyvin eroteltua. Telakaivinkoneella lajittelu ei ole kuitenkaan yhtä tarkkaa kuin käsinlajittelu. Pienet kappaleet, esimerkiksi alumiinitölkit, ovat vaikeasti eroteltavissa telakaivinkoneella. Telakaivinkone voisi tehdä muita töitä silloin, kun metallijätekuormia ei ole saatavilla.

6.4 Lajittelumenetelmien ongelmia

Kuviosta 1 (”Metallijätekuormien määrät 2011 (tn)”) huomaa, että talviaikaan metallijätteitä tulee huomattavasti vähemmän kuin kesällä. Kesäaika olisi lajittelijalle kiireistä aikaa, koska metallijätekuormia saapuu lajitteluun useita päivässä. Jos metallien lajittelua varten PHJ hankkisi metallinerotuskoneen tai metalleja alettaisiin lajitella telakaivinkoneella avulla, metallijätteitä pitäisi tulla Kujalan jätekeskukseen paljon enemmän kuin nyt, jotta metallinerotuskone tai telakaivinkone kannattaisi.

Astiakohtainen lajittelu onnistuu hyvin vain silloin, kun jäteasematyöntekijät ovat aktiivisia. Työntekijät joutuisivat tekemään tarkentavia kysymyksiä metallijätteen laadusta sekä opastamaan asiakkaita arvometallien lajittelussa. Asiakas ei välttämättä tiedä, mikä metalli on arvometallia, joten työntekijöiden pitäisi tarkastaa kuormia.

Metallinkeräysastiat pitäisi sijoittaa lukittuun tilaan. Joillain jäteasemilla, esimerkiksi Hollolan ja Heinolan jäteasemilla, on jo olemassa asianmukaiset tilat, joissa astioita voisi säilyttää. Joissain tapauksissa, esimerkiksi Orimattilan jäteasemalla, jäteasema on jo valmiiksi ahdas, joten uusien rakennuksien sijoittaminen ja rakentaminen tuntuu mahdottomalta.

Jäteasema Pillerin kuormat olisivat helposti saatavilla, koska metallijätteet lajiteltaisiin käsinlajittelussa ja koneellisessa lajittelussa Kujalan jätekeskuksessa. Muiden jäteasemien kuormat pitäisi kuljettaa jätekeskukseen lajiteltaviksi. Esimerkiksi Padasjoen ja Asikkalan jäteasemat sijaitsevat kaukana ja kuljettajalta kuluisi paljon aikaa niiden kuljettamiseen. Ekopisteiden pintakeräysastiakuormat tuodaan välivarastointiin Kujalan jätekeskukseen, joten kuormat olisivat helposti saatavilla.

7 VIRHELÄHTEET

7.1 Punnitusvaaka

Vaa'assa on ilmoitettu virhearvio ± 1 kiloa. Vaaka oli herkkä kosteudelle, koska muutamana päivänä satoi ja vaaka ei silloin toiminut. Vaaka vietiin aina päivän päätteeksi sisätiloihin lataukseen. Muutaman kerran punnituksiin lainattiin Jäteasema Pillerin punnitusvaakaa, koska työhön varattu vaaka ei toiminut.

7.2 Kuormien kokonaismassat ja lajitteluvirheet

Taulukossa 8 Jäteasema Pillerin, muiden jäteasemien ja ekopisteiden arvometallien painot laskettiin yhteen, jotta saataisiin yhteenlasketut painot kaikille jätejakeille. Taulukosta 8 voidaan havaita Kuusakoski Oy:n ja omien punnitustulosten väliset suuret erot alumiinin ja ruostumattoman teräksen osalta. Esimerkiksi alumiinia oli Kuusakoski Oy:n tietojen mukaan 176 kiloa enemmän kuin omissa punnituksissa ja ruostumatonta terästä oli -164 kiloa vähemmän. Alumiinia ja ruostumatonta terästä on vaikea erottaa toisistaan silmämääräisesti, joten lajitteluvirheitä syntyi. PHJ:n työntekijä tarkasti lopuksi lajitellut arvometallijakeet, jolloin selvisi alumiinin suuri osuus ruostumattomassa teräksessä. Alumiinit siirrettiin ruostumattoman teräksen joukkoon ilman punnitusta, koska niitä olisi ollut vaikea vähentää kuormakohtaisista punnituksista. Tämän takia erot näkyvät vasta Kuusakoski Oy:n punnitustuloksissa.

TAULUKKO 8. Taulukosta näkyvät omien punnituksien ja Kuusakoski Oy:n punnituksien väliset erot.

Jätejae	Yht.paino omat punnitukset (kg)	Yht. paino Kuusakosken punnitustiedot (kg)	+ / - kg
Alumiini	1374	1550	176
Kupari	183	186	3
Messinki	112	128	16
Ruostumaton teräs	736	572	-164
Sähköjohdot	286	273	-13

Tässä opinnäytetyössä oletettiin kaikkien tiskipöytien olevan ruostumatonta terästä, mutta osa olikin magneettista terästä. Ne lajiteltiin ruostumattoman teräksen joukkoon, koska oletuksen mukaan tiskipöytien magneettisuutta ei kokeiltu erikseen. Tämä näkyy vasta taulukossa 8, koska olisi ollut vaikeaa määritellä, missä kuormassa teräksiset tiskipöydät olivat kuormakohtaisissa punnituksissa.

Joissain tapauksissa yhdessä esineessä oli kahta tai useampaa metallia, esimerkiksi tiskialtaissa, joissa oli hana kupariputkineen kiinni. Jos hana ei lähtenyt irti vetämällä, sitä ei lähdetty irrottamaan vaan se jätettiin paikoilleen. Irrottamiseen olisi tarvittu kupariputkien leikkuri. Kuparia ja messinkihanoja olisi saatu kerättyä talteen enemmän, jos ne olisivat irronneet tiskipöydistä. Myös messinkihanoissa oli välillä kiinni kupariputkia.

Metallijätekuormat koostuivat suurista metallikappaleista sekä nauloista, mutteista ja pulteista. Pienimpiä kappaleita ei eroteltu erikseen, koska se olisi vienyt paljon aikaa. Messinkiset mutterit sekä kuparinaulat oli helppo havaita, mutta muuten lähes kaikki ruuvien kokoiset kappaleet lajiteltiin raudan ja teräksen joukkoon.

7.3 Otokoko

Ennen tutkimuksen aloittamista otoskoon arvioitiin olevan 23-31 metallijätekuormaa. Tarkoituksena oli käydä lävitse 5-6 metallijätekuormaa jäteasema Pilleriltä, kaikilta muilta jäteasemilta 2- 3 metallijätekuormaa, yhteensä 12- 18 metallijätekuormaa, Orimattilan Artjärven, Pukkilan, Myrskylän sekä Hämeenkosken ekopisteiltä kaikista yksi metallijätekuorma sekä 2-3 pintakeräysastiakuormaa ekopisteiltä.

Työssä käytiin kuitenkin lävitse 30 kuormaa, joista 19 oli jäteasema Pillerin kuormia, viisi muiden jäteasemien kuormaa (Asikkala, Hollola, Heinola, Orimattila ja Padasjoki), kolme ekopisteiden pintakeräysastiakuormaa sekä kolme ekopistekuormalavaa. Jäteasema Pillerin kuormien suuri määrä perustuu siihen, että Pillerin kuormat olivat helposti saatavissa sijaintinsa ansiosta. Sysmän jäteasemalta ei lajiteltu yhtään kuormaa.

Muiden jäteasemien kuormien saaminen Kujalan Jätekeskukseen oli vaikeaa, koska kuormista piti sopia muiden jäteasemien kuormien tyhjentäjän kanssa. Tyhjentäjä ei kerinnyt tuomaan kuin yhden kuorman muilta jäteasemilta päivässä, koska hänen piti hoitaa kaikkien jätteiden tyhjennykset muilta jäteasemilta. Ensimmäisenä viikkona lajiteltiin vain jäteasema Pillerin kuormia ja muiden kuormien läpi käynti aloitettiin vasta toisena viikkona. Jotta tavoitteeseen, 2-3 kuormaa muilta jäteasemilta, olisi päästy, olisi muiden jäteasemien kuormia lajitteleminen aloittaa aikaisemmin.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että metallijätekuormat sisältävät jonkun verran arvometalleja. Arvometalleja erilliskerättiin Jäteasema Pillerin kuormista noin 4,3 prosenttia, muiden jäteasemien kuormista noin 3,2 prosenttia, ekopisteiden pintakeräysastia kuormista noin 14,6 prosenttia ja ekopistelavakuormista 3,7 prosenttia.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta metallijätteen lajittelun olevan erittäin hyvää jäteasemien osalta Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n toimialueella. Jäteasema Pillerin ja muiden jäteasemien kuormista yli 96 prosenttia oli metallia, joten voidaan todeta, että miehitetyillä asemilla metallijätteet sisältävät vain vähän epäpuhtauksia. Jäteasema Pillerin kuormissa oli vain 3,6 prosenttia metallijätteen kuulumatonta jätettä eli sähkölaitteita, muita jätteitä ja sähköjohtoja. Muiden jäteasemien vastaava luku oli 3,9 prosenttia, johon ei otettu mukaan sähköjohtoja, koska niille ei ole erilliskeräystä muilla jäteasemilla.

Ekopistelavakuormissa metallijätteen kuulumatonta jätettä (muuta jätteitä ja sähkölaitteita) oli noin 27 prosenttia ja vastaava luku ekopisteiden pintakeräysastia kuormissa oli noin 11 prosenttia. Suuret luvut johtuvat luultavasti ekopisteiden miehittämättömyydestä.

Kustannusarvion tulosten perusteella Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n olisi järkevää aloittaa astiakohtaiseen lajitteluun perustuva metallijätekeräysjärjestelmä, koska aloittamisen edellytyksenä on vain keräysastioiden ostohinta, noin 8 400 euroa. Astiakohtaisen lajittelun vuosituotto olisi noin 36 000 euroa. Astiakohtaista lajittelua kannattaisi kokeilla ensiksi Jäteasema Pillerillä, jonka jälkeen lajittelu aloitettaisiin mahdollisesti kaikilla jäteasemilla. Astioiden hankintahinta saataisiin takaisin neljässä ja puolessa kuukaudessa.

Metallijätteistä voisi tehdä muutamia uusia tutkimuksia Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n toimialueella, esimerkiksi voisi selvittää, miten metallijätteitä saataisiin ke-

rättyä enemmän ja tehokkaammin sekä tutkia, olisiko miehittämättömillä ekopisteillä mahdollista kerätä erikseen alumiinia.

Lähteet

1. Painetut lähteet

Koivisto, K., Laitinen, E., Niinimäki, M., Tiainen, T., Tiilikka, P. & Tuomikoski J. 2001. Konetekniikan materiaalioppi. 9.-painos. Helsinki: Oy Edita Ab.

Melanen, M., Palperi, M., Viitanen, M., Dahlbo, H., Uusitalo, S., Juutinen, A., Lohi, T., Koskela, S. & Seppälä J. 2000. Metallivirrat ja romun kierrätys Suomessa. Helsinki: Oy Edita Ab.

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2010b. Jätteiden lajitteluohjeet. Lahti: Markprint.

Kuusakoski Recycling Oy. 2011. Punnitus- ja myyntitiedot. Lahti.

2. Sähköiset lähteet

Cogelme separation technology. 2012a. Eddy current separation. [Viitattu 26.3.2012] Saatavissa: <http://www.cogelme.com/eng/e-eddy-current-metal-separator.html>

Cogelme separation technology. 2012b. Eddy current separation. [Viitattu 26.3.2012] Saatavissa: <http://www.cogelme.com/eng/e-eddy-current-metal-separator-pictures.htm>

Hexaplan. 2012. Kippikontit, avonaiset tai kannella. [Viitattu: 25.4.2012.] Saatavissa: http://www.hexaplan.fi/index.php?article_id=1826&from_id=3020&product_group=6973

Kuusakoski Recycling Oy. 2012. Kierrätyksen koko kuva. [Viitattu 20.3.2012] Saatavissa: [http://www.kuusakoski.fi/inet/Kuusakoski/FI4/AKPMedia.nsf/Resources/kuusakoski_yleisesite.pdf/\\$file/kuusakoski_yleisesite.pdf](http://www.kuusakoski.fi/inet/Kuusakoski/FI4/AKPMedia.nsf/Resources/kuusakoski_yleisesite.pdf/$file/kuusakoski_yleisesite.pdf)

K-Rauta. 2012a. Jäteastia Helesi 240 l vihreä. [Viitattu 27.3.2012] Saatavissa:

<http://www.k-rauta.fi/Pages/SolutionProduct.aspx?p=J%C3%84TEASTIA%20HELESI%20240L%20VIHRE%C3%84&c=Postilaatikot,%20j%C3%A4teastiat,%20lipputangot,%20tikkaat,%20kompostorit&category=Krauta41205%28Rautakesko%20Finland%20Catalog%29&cat=K-Rauta%20Finland%20VCatalog&pid=000000000500669417%28Rautakesko%20Finland%20Catalog%29>

K-Rauta. 2012b. Jäteastia Juusa 660l. [Viitattu 27.3.2012] Saatavissa:

<http://www.k-rauta.fi/Pages/SolutionProduct.aspx?p=J%C3%84TEASTIA%20JUUSO%20660%20L&c=Postilaatikot,%20j%C3%A4teastiat,%20lipputangot,%20tikkaat,%20kompostorit&category=Krauta41205%28Rautakesko%20Finland%20Catalog%29&cat=K-Rauta%20Finland%20VCatalog&pid=000000000500668901%28Rautakesko%20Finland%20Catalog%29>

London metal exchange. 2011a. LME Aluminium price graph. [Viitattu 2.3.2012.]

Saatavissa: https://secure.lme.com/Data/community/Dataprices_PriceGraphs.aspx
http://www.lme.com/aluminium_graphs.asp

London metal exchange. 2011b. LME Copper price graph. [Viitattu 2.3.2012.]

Saatavissa: https://secure.lme.com/Data/community/Dataprices_PriceGraphs.aspx

London metal exchange. 2011c. LME Steel price graph. [Viitattu 2.3.2012.] Saa-

tavissa: https://secure.lme.com/Data/community/Dataprices_PriceGraphs.aspx

Metalli ja konevälitys MJU Oy. 2012. Metallin kierrätyksen joustava kokonaisuuksien toteuttaja. [Viitattu 2.3.2012] Saatavissa:

http://www.metallijakonevalitys.fi/uutiset/uutinen_23.htm

Outokumpu. 2012. Paikallista ympäristötietoa. [Viitattu 2.3.2012.] Saatavissa: <http://www.outokumpu.com/Sustainability/sustainable-operations/Environment-energy/Local-environment-information/Paikallista-ymparistotietoa/>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2008. Lajitteluterminaali LATE. Viitattu 8.8.2011]. Saatavissa: http://www.phj.fi/downloadable_material/LATE_esite_18.11.2008.pdf

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2010. Kujalan jätekeskus, vuosiraportti 2009. [Viitattu 8.8.2011]. Saatavissa:

http://www.phj.fi/downloadable_material/Kujalan_vuosiraportti_2009.pdf

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2011a. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy (PHJ). Viitattu 8.8.2011]. Saatavissa: <http://www.phj.fi/yhtio/>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2011b. Vuosi- ja ympäristökatsaus 2010. [Viitattu 8.8.2011]. Saatavissa: http://www.phj.fi/downloadable_material/Vuosi-ja_ymparistokatsaus_2010.pdf

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2011c. Jätteiden käsittely. [Viitattu 8.8.2011]. Saatavissa: http://www.phj.fi/jatteiden_kasittely/

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2011d. Pienjäteasema Pilleri. [Viitattu 8.8.2011]. Saatavissa: <http://www.phj.fi/jateasema/pilleri.html>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2011e. Ekopisteet. [Viitattu 26.9.2011]. Saatavissa: http://www.phj.fi/yhteiset/hyotyjatepisteet_1.html

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2011f. Kujalan Jätekeskus. [Viitattu 26.9.2011]. Saatavissa: <http://www.phj.fi/jateasema/>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2012a. Jäteasemat. [Viitattu: 28.3.2012]. Saatavissa: <http://www.phj.fi/asukkaat/palvelupisteet/jaateasemat>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2012b. M-Files. Metallit 2011.

Metso Oy. 2007. Metallinkierrätys. [Viitattu 26.3.2012.] Saatavissa: [http://www.metso.com/corporation/info_eng.nsf/WebWID/WTB-070522-2256F-9A8D0/\\$File/metso_metalrecycling_fin.pdf](http://www.metso.com/corporation/info_eng.nsf/WebWID/WTB-070522-2256F-9A8D0/$File/metso_metalrecycling_fin.pdf)

Scandinavian Copper Development Association. 2012. Kupari. [Viitattu 2.3.2012.] Saatavissa: <http://www.scda.com/kupari/kupari.html>

Serty. 2012. Kodintekniikan kiertoliike. [Viitattu: 3.4.2012.] Saatavissa: <http://www.serty.fi/fi/kodintekniikan-kiertoliike/se-romun-lajittelu>

Tilastokeskus. 2011. Liitetaulukko 1. Yhdyskuntajätteet vuonna 2010, tonnia. [Viitattu 3.2.2011.] Saatavissa: http://www.tilastokeskus.fi/til/jate/2010/jate_2010_2011-11-18_tau_001_fi.html

Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. 2011. Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu. [Viitattu 9.8.2011.] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=4698&lan=fi>

Wikipedia. 2012. Kartonginkeräysastia. [Viitattu 4.4.2012.] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Tiedosto:Kartonginker%C3%A4ysastia.jpg>

Wikipedia. 2012. Sähköjohto. [Viitattu 2.3.2012.] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6johto>

Xo Group. 2012. Murskaus. [Viitattu 26.3.2012.] Saatavissa: <http://www.xogroup.fi/framemurska.htm>

Yleiselektroniikka Oy. 2007. Kaapelinkuorintakone. [Viitattu 23.2.2012.] Saatavissa: <http://www.yeint.fi/index.php?main=64&productCat=1289&brandID=-1>

3. Muut lähteet

Helenius, K. 2011. Suunnitteluinsinööri. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. Haastattelu 21.4.2011.

Helenius, K. 2012. Suunnitteluinsinööri. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. Sähköpostiviesti 23.4.2012.

Rahkonen, P. 2011. Asukaspalvelupäällikkö. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. Haastattelu 21.4.2011

Himanen, P. 2012. Toimitusjohtaja. XO Group Oy. Puhelinhaastattelu 11.4.2012.

LIITTEET

LIITE 1. Jäteasema Pillerin punnitustulokset kilogrammoina

Jäteasema Pilleri										
Kuorma	Kok.paino (kg)	Rauta/Teräs (kg)	Alumiini (kg)	Kupari (kg)	Messinki (kg)	Ruostumaton teräs (kg)	Sähkölaitteet (kg)	Sähköjohdot (kg)	Muut jätteet (kg)	Muut huomiot
Pilleri 1	400	322	36	1	0	15	16	0	10	
Pilleri 2	1 500	1 366	60	14	1	24	17	6	12	
Pilleri 3	1 820	1 733	17	5	3	2	48	3	9	
Pilleri 4	2 000	1 826	32	10	4	40	26	22	40	
Pilleri 5	1 180	1 104	17	9	1	14	33	0	2	
Pilleri 6	2 120	1 965	23	1	2	56	50	0	17	
Pilleri 7	2 300	2 145	37	1	2	11	53	36	1	
Pilleri 8	1 300	1 063	126	23	7	73	0	3	5	
Pilleri 9	1 460	1 307	35	37	6	10	42	2	21	
Pilleri 10	2 200	2 060	38	5	0	29	50	3	15	
Pilleri 11	1 900	1 835	8	8	4	21	16	0	8	
Pilleri 12	2 780	2 651	21	4	0	59	18	11	16	
Pilleri 13	2 140	2 006	32	8	13	32	24	10	5	
Pilleri 14	2 240	2 036	35	8	13	52	61	5	30	
Pilleri 15	2 300	2 099	30	8	11	27	87	14	24	Loisteputkia
Pilleri 16	2 300	2 198	9	0	1	3	45	14	30	
Pilleri 17	2 680	2 434	11	6	10	53	135	8	23	
Pilleri 18	2 360	2 107	26	6	14	35	119	42	11	Kuivauskaappi
Pilleri 19	2 420	2 323	19	2	1	16	33	7	19	
Yhteensä	37 400	34 579	612	156	93	572	873	187	298	
Keskiarvo	1 968	1 820	32	8	5	30	46	10	16	

LIITE 2. Muiden jäteasemien punnitustulokset kilogrammoina.

Muut jäteasemat										
Kuorma	Kok.paino (kg)	Rauta/teräs (kg)	Alumiini (kg)	Kupari (kg)	Messinki (kg)	Ruostumaton teräs (kg)	Sähkölaitteet (kg)	Sähköjohdot (kg)	Muut jätteet (kg)	Muut huomiot
Hollola	2 060	1 814	34	0	0	6	154	12	32	4x sähkökiuas
Orimattila	2 700	2 406	55	4	4	121	87	12	11	
Heinola	3 240	3 032	36	5	1	21	44	36	65	
Asikkala	4 180	4 026	30	1	0	1	91	20	12	
Padasjoki	2 080	2 002	23	11	8	3	13	6	14	
Yhteensä	14 260	13 279	178	21	13	152	389	86	134	
Keskiarvo	2 852	2 656	36	4	3	30	78	17	27	

LIITE 3. Ekopisteiden pintakeräysastioiden ja ekopistelavojen kuormakohtaiset punnitustulokset taulukoissa kilogrammoina.

Ekopisteiden pintakeräysastiat									
Kuorma	Kok. paino (kg)	Rauta/teräs (kg)	Alumiini (kg)	Kupari (kg)	Messinki (kg)	Ruostumaton teräs (kg)	Sähkölaitteet (kg)	Sähköohdot (kg)	Muut jätteet (kg)
Ekop. 1	1160	924	114	1	1	2	12	2	104
Ekop. 2	738	480	120	3	0	3	11	3	118
Ekop. 3	945	720	160	0	1	3	6	2	53
Yhteensä	2843	2124	394	4	2	8	29	7	275
Keskiarvo	948	708	131	1	1	3	10	2	92

Ekopistelavat									
Kuorma	Kok. paino (kg)	Rauta/teräs (kg)	Alumiini (kg)	Kupari (kg)	Messinki (kg)	Ruostumaton teräs (kg)	Sähkölaitteet (kg)	Sähköohdot (kg)	Muut jätteet (kg)
Ekolava 1	2097	1540	100	1	2	1	340	2	111
Ekolava 2	1686	1160	40	0	2	1	400	1	82
Ekolava 3	1845	1230	50	1	2	2	260	3	297
Yhteensä	5628	3930	190	2	6	4	1000	6	490
Keskiarvo	1909	1310	63	1	2	1	333	2	163

LIITE 4. Jäteasemien ja ekopisteiden keskiarvokuormien lajittelun tuotot

Ekopisteiden pintakeräysastioiden lajittelun tuotto					
Ilman lajittelua	Metalli	Paino (kg)	€/kg	€	Yhteensä
	Kok.paino	947,50	0,2243	212,51	212,51
Lajittelun jälkeen	Rauta/teräs	708,00	0,2243	158,80	303,77
	Alumiini	131,30	0,9943	130,55	
	Kupari	1,30	5,1900	6,75	
	Messinki	0,70	3,4920	2,44	
	Rosteri	2,50	0,8000	2,00	
	Johdot	2,30	1,4030	3,23	
Tuotto					91,25

Ekopistelavojen lajittelun tuotto					
Ilman lajittelua	Metalli	Paino (kg)	€/kg	€	Yhteensä (€)
	Kok.paino	1909,20	0,2243	428,21	428,21
Lajittelun jälkeen	Rauta/teräs	1310,00	0,2243	293,82	370,19
	Alumiini	63,30	0,9943	62,94	
	Kupari	0,50	5,1900	2,60	
	Messinki	2,00	3,4920	6,98	
	Rosteri	1,30	0,8000	1,04	
	Johdot	2,00	1,4030	2,81	
Tuotto					-58,02

Jäteasema Pillerin lajittelun tuotto					
Ilman lajittelua	Metalli	Paino (kg)	€/kg	€	Yhteensä (€)
	Kok.paino	1968,40	0,2243	441,49	441,49
Lajittelun jälkeen	Rauta/teräs	1819,90	0,2243	408,19	537,70
	Alumiini	32,20	0,9943	32,02	
	Kupari	8,20	5,1900	42,56	
	Messinki	4,90	3,4920	17,11	
	Rosteri	30,10	0,8000	24,08	
	Johdot	9,80	1,4030	13,75	
Tuotto					96,21

Muiden jäteasemien lajittelun tuotto					
Ilman lajittelua	Metalli	Paino (kg)	€/kg	€	Yhteensä (€)
	Kok.paino	2852,00	0,2243	639,68	639,68
Lajittelun jälkeen	Rauta/teräs	2655,00	0,2243	595,49	710,00
	Alumiini	35,60	0,9943	35,40	
	Kupari	4,20	5,1900	21,80	
	Messinki	2,60	3,4920	9,08	
	Rosteri	30,30	0,8000	24,24	
	Johdot	17,10	1,4030	23,99	
Tuotto					70,32

LIITE 7. Metallien lajitteluohjeet

Pienmetallit koostuvat pienistä ja tyhjistä metallipakkauksista:

- säilyke- ja virvoitusjuomatölkit
- tyhjät maalipurkit
- tyhjät aerosolitölkit
- metallikannet ja –korkit
- alumiinivuoat, -kannet, -foliot jne. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2010, 8.)

Isoihin metallijätteisiin kuuluvat kaikki metalliesineet, esimerkiksi:

- polkupyörät
- kaasu- ja hiiligrillit
- puukiukaat
- kattopellit
- tikkaat
- pakoputket
- metallikalusteet
- padat ja kattilat (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2010, 10.)